



PROBLEMÁTICA EN LOS PROCESOS DE PRODUCCIÓN DE LAS PLANTACIONES DE HULE *Hevea brasiliensis* Muell Arg. EN TABASCO, MÉXICO

[PROBLEMATIC IN THE PROCESSES OF PRODUCTION IN RUBBER PLANTATIONS (*Hevea brasiliensis*) Muell Arg. IN TABASCO, MEXICO]

H. Izquierdo-Bautista¹, M. Domínguez-Domínguez*¹,
P. Martínez-Zurimendi², A. Velázquez-Martínez³, V. Córdova-Ávalos¹

¹Colegio de Postgraduados, Campus Tabasco. Perif. Carlos A. Molina. Km 3.5 Carr. Cárdenas-Huimanguillo. C.P. 86500. H. Cárdenas, Tabasco, México;

²Universidad de Valladolid, E. T. S. de Ingenierías Agrarias. Instituto Universitario de Investigación en Gestión Forestal Sostenible. Avda. de Madrid, No. 57. 34007 Palencia, España.

³Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo. Km 36.5 Carretera México- Texcoco. Montecillo, Estado de México. *E-mail: mdguez@colpos.mx.

*Corresponding Author

RESUMEN

El trabajo tuvo como objetivo identificar los problemas principales en los procesos de producción en plantaciones de hule *H. brasiliensis* Muell Arg. en Tabasco, México. La técnica de diagnóstico aplicada fue la encuesta a 68 productores de hule con plantaciones en producción. Se aplicó análisis de varianza a las variables de manejo relacionadas con la cosecha de los árboles de hule y prueba de comparación de medias por Duncan ($p < 0.05$). Los resultados señalan que las plantaciones en producción tienen edades de 7 a 46 años. El 24% son plantaciones en estado de "juventud", el 65% en estado "adulto" y 11% consideradas en estado de "vejez" de acuerdo a su edad productiva. La extracción del látex es realizada por hombres en un 85% y en un 15% por mujeres. Uno de los problemas que se encontró en las plantaciones es la incidencia de plagas y enfermedades en un 82%. En Tabasco se generan dos tipos de materia prima: coágulo (sólida) y látex (líquida), los sistemas de pica utilizados son $\frac{1}{2}$ S d/1 6d/7 (cortes en media espiral con pica diaria) en el 49% de las plantaciones y el sistema $\frac{1}{2}$ S d/2 6d/7, es decir, corte en semiespiral con picas alternas en el 51%. Los productores que pican diariamente, obtuvieron rendimientos de 1552 kg/ha/año de hule seco, mientras que los que realizan esta práctica cada tercer día, obtuvieron un rendimiento de 1034 kg/ha/año de hule seco. El rendimiento con la pica diaria fue mayor en un 33.38% en relación al sistema con pica alterna. El ingreso obtenido por los productores por venta de hule fresco varió de \$ 7,250.00 a \$27,427.20 ha/año (671.30 USD a 2,539 USD ha/año) en 2006, y la producción de látex de \$4,934.00 a \$15,728 ha/año (456.85 USD a 1,456.30 USD ha/año).

Palabras claves: producción de hule; látex; sistemas de pica; ingreso económico.

SUMMARY

The objective of this study was to identify some of the basic problems presented in the production process in rubber plantations *H. brasiliensis* Muell Arg. in Tabasco, Mexico. The applied diagnosis technique was the randomized survey for 68 producers in plantations under rubber production. ANOVA and Duncan analyses were done ($p < 0.05$). Plantations under production were between 7 to 46 years old. The 24% of these are considered as young plantations (7 to 18 years old), 34% mature (19 to 30 years old), and 12% old growth (31 to 46 years old), according to the level of latex production. Latex collection is realized by 85% men and 15% women. An important detected problem is the incidence of insects and diseases over the 82% of the plantations. In Tabasco State, two types of raw material are generated: clot (solid) and latex (liquid). The tapping systems are $\frac{1}{2}$ S d/1 6d/7 (one cuts in an average spiral with daily tapping) over the 49% of the plantations, and the system $\frac{1}{2}$ S d/2 6d/7, cuts in semi-spirals with alternating tapping over 51% of the plantations. The producers that practiced daily tapped obtained yields of 1552 kg/ha/year of dry rubber, in the other hand, those that tapped every other day obtained a yield of 1034kg/ha/year of dry rubber. The yield in daily tapping was 33.38% higher than the system with alternating tapping. The income obtained by the producers of fresh rubber varied from \$7,250.00 to \$27,427.20 ha/year (671.30 USD to 2,539 USD ha/year) 2006 and the production of latex from \$4,934.00 to 15,728 ha/year (456.85 USD to 1,456.30 USD ha/year).

Key words: rubber production; latex; tapping systems; economic income.

INTRODUCCIÓN

En México, el cultivo del árbol de hule (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.) originario de la cuenca baja del Río Amazonas en Brasil, se inició a finales del siglo XIX (Compagnon, 1998) y a la fecha representa un producto estratégico, considerado como alternativa detonante para el desarrollo de las regiones del trópico húmedo de México (Rojo *et al.*, 2005b). Desde el punto de vista social genera una gran cantidad de mano de obra durante todas las fases del cultivo, desde el establecimiento de los viveros, hasta el establecimiento y mantenimiento de plantaciones. En el ámbito económico, la presencia de este producto genera economías colaterales que son importantes para el desarrollo económico de nuestro país y el mundo entero (Plan rector, 2006).

Actualmente existen 500,000 ha con alto potencial productivo para el cultivo de hule, en los estados de Veracruz, Oaxaca, Chiapas y Tabasco en este orden de importancia (SAGARPA, 2003). La superficie cultivada de hule en México en el año 2004 fue de 22,759 ha, de las cuales el 45.5% se cultivaron en Veracruz, 32.2% en Oaxaca, 13% en Chiapas y 9.4% en Tabasco (Plan rector, 2006). En el año 2003, el estado de Tabasco ocupó el tercer lugar en superficie cosechada a nivel nacional, después de Veracruz y Oaxaca; y en este año, el hule tabasqueño obtuvo el mejor precio rural (Fundación Produce, 2007).

En el estado de Tabasco existen 70,000 ha con alto potencial para el establecimiento de plantaciones comerciales de hule. A pesar de las grandes posibilidades para establecer el cultivo de hule, únicamente se cultivan 3,240 ha, 915 están en producción, y el resto, en etapa de desarrollo (Domínguez *et al.* 2005). La superficie hulera de Tabasco se ubica en los municipios de Macuspana, Jalapa, Teapa y Huimanguillo donde se concentra el 15.93%, en el municipio de Huimanguillo el 84%, y en Tenosique el 1.86% restante (SAGARPA, 2005).

Una limitación importante del hule es el periodo de espera entre la plantación y el comienzo de la producción de látex, considerada la etapa económica más difícil para los productores, que en la mayoría de los casos, es de siete años (Rojo *et al.*, 2005a), ya que durante el periodo entre la plantación y la primera cosecha de látex, no se perciben ingresos. La explotación del hule se inicia cuando el tallo presenta 45 cm de circunferencia a 1 m de altura de la unión patrón injerto (Hernández, 1992). La producción de látex se realiza durante 25 o 30 años, posterior a este período, la producción se considera poco rentable (Garay *et al.*, 2004).

Debido al largo periodo preproductivo, al deficiente manejo de cosecha y la fluctuación de los precios del látex, algunos productores han derribado sus plantaciones en años pasados, razón por la cual se consideró necesario el objetivo de detectar la problemática que los productores de hule tienen en los procesos de producción en las plantaciones en Tabasco, México.

MATERIALES Y MÉTODOS

Descripción del área de investigación

La investigación se realizó en cuatro municipios productores de hule del Estado de Tabasco: Macuspana, ubicado al sur del estado, entre los paralelos 17°45' y 92°32' de latitud oeste; Huimanguillo, ubicado al este del estado, entre los paralelos 17°19' de latitud norte y 93°23' de longitud oeste; Jalapa, ubicado entre los paralelos 17°38' de latitud norte; al este 92°40'; al oeste 92°56' longitud O; y Teapa, que se ubica al sur del estado entre los paralelos 17° 32' de latitud norte y los 92° 57' de longitud oeste (Figura 1). Estos municipios son los que presentan la mayor superficie plantada en Tabasco (INEGI, 2007).

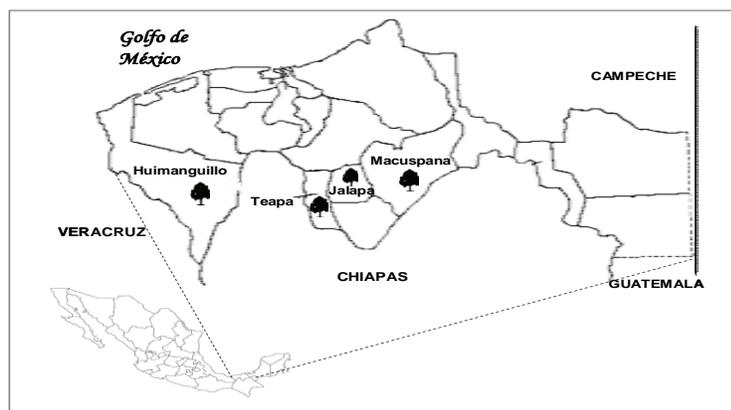


Figura 1. Municipios productores de hule *Hevea brasiliensis* Muell Arg. En el estado de Tabasco.

Datos utilizados

Se utilizó el padrón de productores de la Secretaría de Desarrollo Agropecuario, Forestal y Pesca (SEDAFOP, 2004) y se consultó a los productores de hule para actualizar dicho padrón; con el modelo del muestreo simple aleatorio se determinó el tamaño de muestra (Heinz, 2001) y se aplicaron los cuestionarios por medio de visitas a los productores en las plantaciones. Para identificar la problemática de los procesos de producción de las plantaciones de hule, cada cuestionario aplicado incluyó tres partes: i) la caracterización del predio ii) el manejo de la cosecha y calidad del producto iii) los indicadores económicos de la producción de hule.

En el padrón proporcionado por la SEDAFO (2004), se encontraron 324 productores que tienen plantaciones de hule en producción. De éstos, se encuestó al 20%, haciendo un total de 68 entrevistas. Se definieron tipos de productores con base en su manejo de las plantaciones y su producción.

Variables evaluadas

Las siguientes variables se evaluaron con la finalidad de caracterizar los métodos de trabajo y determinar la problemática de la producción. Aspectos de manejo de las plantaciones de hule como realización de análisis de suelo, (para determinar si era adecuado para el cultivo del hule), incidencia de plagas y enfermedades, aplicación de fertilizante a los árboles, y aplicación de tratamiento para el control de plagas y enfermedades. En las actividades que realiza cada productor (de coágulo y de látex) en las plantaciones de hule, se evaluaron el tipo de material utilizado para la pica; considerado como un sistema de pica al método o forma organizada de picar una plantación con el propósito de obtener la máxima producción y mantener el árbol en buenas condiciones fisiológicas, durante su época productiva (Hernández, 2005). El productor de coágulo se define como aquel que vende el hule sólido en forma de “quesillo” o coagulado sin secar, y el productor de látex es aquel que vende el hule en líquido.

Análisis estadístico

Inicialmente se realizó un análisis de correlación de Pearson a las variables numéricas: superficie de plantación, árboles en producción de cada plantación, edad de los árboles, años de pica de los árboles, tiempo de entrega del producto, producción de látex, producción de coágulo, número de picas al año, producción de látex/árbol/pica, producción de látex/ha/pica, producción de coágulo/árbol/pica y producción de coágulo/ha/pica para analizar la correlación existente entre estas variables y seleccionar las variables para el análisis de varianza.

Esto se hizo usando el paquete estadístico SAS V. 9.1. k, (Johnson, 2000; Castillo, 2001) y aplicando el programa estadístico Dyane versión 2 (Santesmases, 2001).

Posteriormente se realizó análisis de varianza con una ($p < 0.05$) de confiabilidad para diferenciar los tratamientos por periodo productivo, por municipio y por sistemas de pica.

Por periodo productivo: Se realizó de acuerdo a los tres periodos que comprenden la etapa productiva en la vida de un árbol según Compagnon (1998): un primer periodo, llamado de “juventud” cubriendo los cinco primeros años de producción; un segundo periodo “adulto” cubriendo la mayor parte de la vida del árbol, cuando tiene de 6 a 20 años de pica, correspondiente al periodo de producción máxima; y un tercer periodo de “vejez” después de 25 años de producción. Este análisis de hizo a nivel estatal.

Por sistema de pica: La producción de hule se analizó a nivel estatal por los cuatro sistemas de pica en el análisis de varianza:

- 1) Corte en media espiral con picas diarias, seis de los siete días de la semana, haciendo un total de seis picas en una semana ($\frac{1}{2} S d/1 6d/7$)
- 2) Corte en media espiral con picas diarias, cinco de los siete días de la semana, haciendo un total de cinco picas en una semana ($\frac{1}{2} S d/1 5d/7$)
- 3) Corte en media espiral cada dos días; tres picas por semana, durante seis días de la semana ($\frac{1}{2} S d/2 6d/7$)
- 4) Corte en media espiral cada dos días; cuatro picas por semana, durante los siete días de la semana ($\frac{1}{2} S d/2 7d/7$).

Por municipio: Así también se realizó análisis de varianza y se compararon las producciones de hule por cada uno de los cuatro Municipios estudiados (Huimanguillo, Teapa, Jalapa y Macuspana). Además se hizo una comparación de medias de Duncan con un ($p < 0.05$) de confiabilidad.

Las variables nominales de los cuestionarios (tipo de planta establecida, tipo de clon, tipo de fertilizante aplicado, dosis, tipos de plagas presentadas en la plantación y enfermedades, tratamiento aplicado para el control de plagas y enfermedades, tipo de cultivos alternativos en la plantación de hule y quien realiza la pica) fueron analizadas a través del paquete estadístico Dyane versión 2 (Santesmases, 2001).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Caracterización de las plantaciones

Considerando las visitas realizadas a las plantaciones se detectaron en campo 172 ha de hule en producción,

distribuidas en los municipios seleccionados (Figura 2). De los 68 productores que se entrevistaron el 85% son varones y el 15% son mujeres que participan en la producción del cultivo del hule.

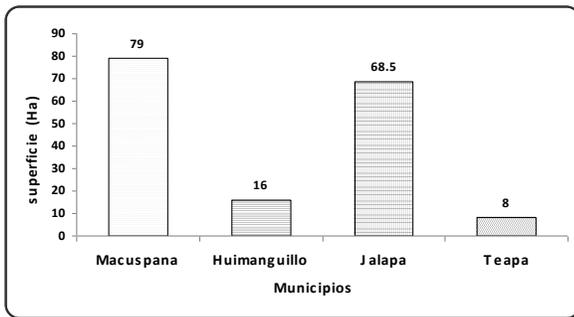


Figura 2. Superficie de las plantaciones de hule *Hevea brasiliensis* Muell Arg. visitadas en cada municipio.

Uno de los problemas encontrados en las plantaciones en producción fue que el 75% de los productores de hule desconocen el clon que tienen en sus plantaciones, por lo que no fue posible determinar que clon tiene mayor producción, lo anterior obedece a la falta de control al momento de realizar la plantación, lo que también se refleja en la variación de producción de látex por árbol. Así mismo se encontraron árboles de pie franco (árboles reproducidos de forma sexual a través de semillas, usados como portainjerto del clon) debido a la muerte del injerto.

El 97% de las plantaciones presentan una distancia de plantación de 6 x 3 m, el 1.5% de 6 x 4 m y el 1.5% de 6 x 3.5 m. La práctica de replante realizada con mucha posterioridad (después de 2 años) para cubrir las bajas por mortalidad en la plantación, ha generado que se presente competencia entre los árboles y en consecuencia, que no alcancen el período de producción al mismo tiempo al momento de pica. Lo anterior se traduce en una disminución de la producción y pérdida de tiempo por desplazamiento en toda la superficie de la plantación, por lo que no es recomendable el replante después de un año de establecida la plantación.

Las edades de las plantaciones que se están aprovechando varían de 7 a 46 años. El 24% son plantaciones en estado de “juventud”, que va desde los 7 a 12 años, el 65% en estado “adulto” 13 a 32 años, y el resto se consideran plantaciones en estado de “vejez” mayores de 32 años de edad (Figura 3). Las plantaciones con mayor superficie plantada de acuerdo a su estado fisiológico son las que se encuentran en estado “adulto”. Se considera que las plantaciones de hule comienzan a producir a partir de los 7 años hasta los 25 o 30 años (Garay 2004). Esto depende del manejo y cuidado que dan los productores a las plantaciones. Después de 25 a 30 años de producción

de látex, los árboles de *Hevea brasiliensis* disminuyen su rendimiento por debajo de un nivel económico rentable, lo que hace aconsejable realizar el corte de los árboles y así renovar la plantación (Monroy, *et al.* 2005).

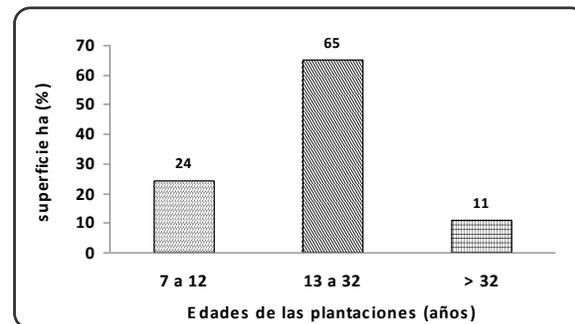


Figura 3. Porcentaje de superficie de las plantaciones de hule *Hevea brasiliensis* Muell Arg. de acuerdo a la edad.

La comparación de media de la producción de hule seco en los tres estados productivos se realizó de acuerdo a la prueba de Duncan ($\alpha=0.05$). Los árboles en estado de “juventud” presentaron una producción media de 10.24 kg/ha de hule seco/pica; en el estado “adulto” de 11.83 kg/ha de hule seco/pica y en el estado de “vejez” de 13.28 kg/ha/pica de hule seco. Monroy *et al.* (2005), mencionan que el resultado de la productividad total de hule está en función de la edad y diámetro medio en las plantaciones del clon de hule IAN-710, que es uno de los establecidos en Tabasco.

Por otra parte, en el manejo aplicado a las plantaciones de hule, se observó que el 67% de las plantaciones fueron establecidas en sitios aptos para el cultivo, lo que indica un buen comienzo en el establecimiento de la plantación. Las plantaciones de hule se desarrollan muy bien sobre los diferentes tipos de suelos existentes en el trópico húmedo, aunque su mejor desarrollo se obtiene en los Luvisoles y Acrisoles, según la clasificación FAO/UNESCO (1998), con un pH de 4 a 5.9, profundos, con buen drenaje y con pendiente hasta el 12% (Picón *et al.*, 1997).

El 88% de los productores fertilizaron cuando la plantación estaba en desarrollo con productos como triple 17, urea, y fósforo. Una opción para acortar el periodo preproductivo es la fertilización mineral al suelo, durante los primeros años del cultivo (Hernández, 1992). Las cantidades de nutrientes absorbidos se incrementan tanto con la edad de la planta, como con la producción de látex (Flores *et al.*, 2004). Una técnica comúnmente usada es aplicar el fertilizante compuesto 17-17-17, 100 g/árbol/año incrementando 100 g por cada año hasta el sexto año, en dos aplicaciones, una en el mes de julio y la otra en el mes de diciembre, para los estados productores,

Oaxaca, Chiapas, Tabasco y Veracruz (Picón *et al* 1997 y Martínez, 1997).

Otro de los problemas encontrados en las plantaciones fue la incidencia de plagas y enfermedades. La principal plaga, es la tuza (*Geomys bursarius*), presente en el 70% de las plantaciones. Las hormigas (*Atta sp*) también representan un problema (11%) y en menor medida los grillos (*Grillotalpa sp*), los pulgones (*Aphis sp*) y larvas de (*Erinnyes ello L*) “el gusano” como le llaman de los productores. Para control de estas plagas, los productores aplicaron control cultural a través de chapeo manual en un 45% y control químico con el fungicida metil-1-(butilcarbamoil)-2-bencimidazol-carbamato benomilo, y con el insecticida organofosforado foley (paratión metílico), en un 34%; un 10% no aplicaron ningún tipo de control. Su presencia y ataque no solo ocasiona la reducción de la producción, sino que afectan su vida útil y calidad, aumentando los costos y elevando el precio de la producción.

Por otro lado, la falta de control de plagas y enfermedades ocasiona la baja producción en los árboles de hule en el estado, y afecta la vida útil del árbol y la calidad del producto, aumentando los costos y elevando el precio de la producción. El 82% de los productores mencionaron tener enfermedades en sus plantaciones. El pudrimiento mohoso *Ceratocystis fimbriata*, está presente en el 8% de las plantaciones, y la gangrena rayada *Phytophthora palmivora* Butl en el 2%. las técnicas sugeridas por la literatura son las siguientes: el pudrimiento mohoso se controla principalmente con fungicida humectable como el Benomilo y el Tiofanato metílico en dosis de 2 g/l de agua, aplicados semanalmente sobre el tablero de pica; la gangrena rayada también se controla mediante el uso de fungicidas humectables como el Captafol y el Metalaxyl, aplicados cada tercer día hasta desaparecer la infección (Rodríguez, 1993); El Benlate o Benomilo para enfermedades foliares como la mancha sudamericana de la hoja, causada por los hongos *Microcyclus ulei* Arx. y por *Phytophthora palmivora* Butl. que limitan la producción generando daños severos. La incidencia se ha reportado muy alta en plantaciones de hule de Sri Lanka, Malasia y países productores de Sudamérica. Existen algunas otras enfermedades que afectan al follaje que si no se controlan ocasionan fuertes daños económicos al cultivo del hule (Rodríguez, 1993).

Durante los primeros cuatro años de cultivo del hule, los productores aprovecharon el espacio para intercalar cultivos anuales entre las hileras de los arboles como maíz (*Zea mays*), arroz (*Oryza sativa*), frijol (*Phaseolus vulgaris L.*), yuca (*Manihot sculenta*), plátano (*Musa paradisiaca*), chile habanero (*Capsicum chinense*) y después, al cierre del dosel, algunos productores intercalaron palma camedor

(*Chamaedorea elegans*). En el municipio de Huimanguillo, que tiene suelos ácidos se aprovechó para plantar piña (*Ananas sp.*). El intercalar cultivos anuales es una ventaja para adquirir ingresos, mientras el árbol de hule desarrolla y al mismo tiempo se evita la emergencia de la maleza en las plantaciones (Picón *et al*; 1997).

Cosecha y calidad del producto

En la definición de los tipos de productores de hule con base en la materia prima generada al mercado y técnicas de cosecha que aplican, se obtuvieron los siguientes resultados.

En el estado de Tabasco se generan dos tipos de materias primas: coágulo (sólida) y látex (líquida). En la Figura 4, se observa que el mayor porcentaje de la producción (88%) se genera en forma de coágulo, un 6% en látex y el 6% restante producen ambos tipos, lo que finalmente genera que el 94% de los productores produzcan coágulo como materia prima. Por otra parte, el municipio de Huimanguillo es el único productor de coágulo y látex, mientras que Macuspana, Jalapa y Teapa producen únicamente coágulo. A pesar de que el látex es mejor pagado, los productores de hule prefieren entregar el producto en forma de coágulo porque la entrega a la asociación es cada 15 días, lo cual proporciona a las familias un ingreso económico más pronto que en el caso del látex, que se entrega a la asociación cada dos meses y tiene que ser de buena calidad, limpio, libre de residuos de hojas y recolectado en tambos de 200 litros lo cual lleva más tiempo para obtener los ingresos económicos. Desde el punto de vista de utilización de la materia prima, ésta se requiere mayormente en forma de coágulo para producir hule granulado, por lo que los productores cumplen con esta necesidad para abastecer la planta beneficiadora. El 26% de los productores primarios venden su hule en verde (con humedad) a los intermediarios.

La pica de los árboles de hule en las plantaciones es realizada por distintas personas. El 41% es por el mismo dueño, el 31% por un familiar y el 28% restante se realiza a medias; este último no es muy redituable económicamente para el productor de la plantación de hule, ya que consiste en que el dueño de la plantación aporta el terreno y los árboles, el picador pica los árboles y el beneficio de cosecha se divide entre los dos.

Los productores de hule en Tabasco realizan cuatro diferentes sistemas de pica; un corte en media espiral con picas diarias, seis de los siete días de la semana, haciendo un total de seis picas en una semana (½ S d/1 6d/7); corte en media espiral con picas diarias, cinco de los siete días de la semana, haciendo un total de cinco picas en una semana (½ S d/1 5d/7); corte en

media espiral con picas alternas, un día de descanso al árbol entre cada sangrado, realizando tres picas por semana ($\frac{1}{2}$ S d/2 6d/7); corte en media espiral con picas alternas (un día de descanso al árbol entre cada sangrado) realizando cuatro picas por semana ($\frac{1}{2}$ S d/2 7d/7). En la Figura 5, se muestran los porcentajes de los números de picas realizadas en una semana, agrupados según la frecuencia de las picas (d/1 y d/2).

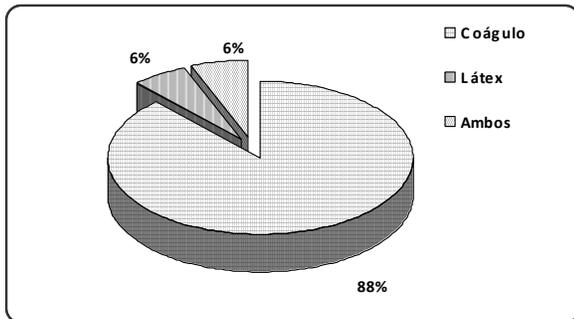


Figura 4. Porcentaje de productores de hule de Tabasco por tipo de hule comercializado

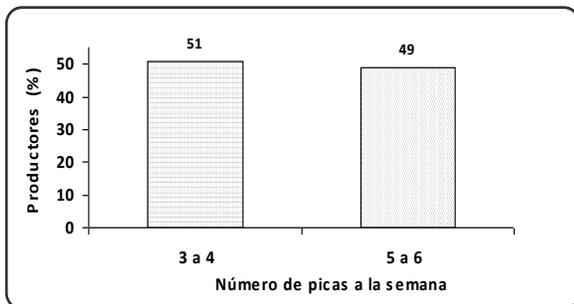


Figura 5. Porcentaje de productores de hule en Tabasco, que realizan distintos sistemas de pica.

Los productores de los municipios de Huimanguillo, Macuspana, Jalapa y Teapa, realizan cinco picas a la semana en promedio en las plantaciones de hule por municipio; de acuerdo al análisis de varianza de los sistemas de pica de hule, con una desviación estándar de 1.5 en las picas realizadas (Cuadro 1); lo cual indica que los sistemas de pica varían entre las plantaciones evaluadas. Compagnon (1998), menciona que el número de picas en el año no debe ser excesivo para evitar el agotamiento del árbol y la disminución de la producción a largo plazo; y debe ser suficiente para que la producción alcance el potencial máximo de los árboles. Picón *et al.*, (1997) y Hernández (2006) recomiendan la pica o cosecha del látex de dos a tres veces por semana, es decir, utilizar los sistemas de pica $\frac{1}{2}$ S d/2 6d/7 ó $\frac{1}{2}$ S d/3 6d/7.

Las picas en los árboles de hule se realizan durante 29 semanas en promedio al año en el Estado de Tabasco. Durante 23 semanas no se realizan picas, de las cuales

13 es debido al periodo de sequía, ya que durante esta temporada ocurre la defoliación y refoliación en los árboles de hule (Compagnon, 1998), y 10 semanas en promedio al año no se realizan debido al periodo de lluvias, ya que se debe evitar enfermedades causadas por hongos que atacan el tablero de pica al realizar el corte, que puede dejar sin corteza el fuste del árbol ocasionando la pérdida de la zona productora de látex, además de que hay pérdida de producción por lluvia en la taza recolectora (Rodríguez, 1993).

Cuadro 1. Análisis de varianza para los sistemas de pica del hule utilizados en Tabasco

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft
Tratamientos	3	24.30	8.10	4.30	0.0080
Error	64	120.68	1.88		
Total	67	144.98			

Desviación estándar = 1.5

Media = 4.48

En Tabasco la aplicación de ácido para coagular el hule varía desde la aplicación de ácido muriático, ácido fórmico, ácido cítrico obtenido del limón, hasta la nula aplicación de ácido, en un 16% de los productores. Los productores realizan la colecta del látex diariamente y lo depositan en maquetas en forma de pilas, o en tinas y le añaden ácido muriático o fórmico diluido en agua (1 l ácido x 20 l de agua). Picón *et al.*, (1997) y Hernández (2006), considera que se debe aplicar 67 cm³ de ácido fórmico o acético al 2% por cada litro de látex, para evitar la proliferación de bacterias, sin embargo, estos productos son de mayor precio que los utilizados por los productores.

Los productores que entregan su producto en látex lo almacenan en tambos de plástico de 200 litros a los que adicionan 10 litros de amoniaco para conservar sus propiedades físicas y químicas. El látex también es altamente susceptible a la acción de las bacterias, debido a su contaminación durante el almacenaje y la venta del producto (Villegas, 1990). Hernández (2006), aconseja adicionar de 4 a 5 gotas de amoniaco al 2% en las tazas recolectoras, con el fin de conservar el látex en campo, durante la recolección y transporte a los tambos de almacenamiento

En cuanto a la calidad del producto obtenido (sea en coágulo o en látex), el 62% de los productores lo consideran de buena calidad y un 32% de calidad regular. Los productores de hule están dispuestos a mejorar su calidad en cuanto a la limpieza del hule, esperando obtener un mejor precio.

De acuerdo al análisis de varianza se realizan cinco picas a la semana en promedio en las plantaciones de

hule en el Estado, con una media de producción de hule seco de 8.92 kg/ha/pica, lo cual origina una producción de hule seco de 1,293 kg/ha/año. La cantidad obtenida al año comparada con otros autores es similar. Hernández (2001), menciona que la producción media de hule seco en Tabasco, oscila alrededor de 1,200 kg/ha/año; y el Plan rector (2005) señala que el rendimiento máximo de la producción de hule seco en las plantaciones de hule establecidas en condiciones óptimas, es de 900 kg/ha/año. La producción final dependerá de los árboles faltantes en cada plantación, ya sea muertos o quebrados por efecto del viento, de los días de picas perdidos por causa de las lluvias intensas en las que no se pueden picar y por el sistema de pica aplicado.

En la Figura 6, se observa el comportamiento de la producción de hule seco para los municipios evaluados en el estado de Tabasco. El municipio de Huimanguillo presenta su producción por arriba de la media general (8.92 kg/ha/pica); los municipios de Macuspana y Jalapa por debajo de la media, y el municipio de Teapa presenta su producción alrededor de la media general, presentando simetría al coincidir la media con la mediana al ser muy reducido el número de productores en este municipio. La producción máxima la obtuvo el municipio de Huimanguillo con 14.45 kg/ha/pica, y la producción mínima se presentó en el municipio de Jalapa con un promedio de 4.02 kg/ha/pica.

La producción en los municipios presenta una varianza de 1.75, esto se debe a la superficie plantada en cada municipio y a la edad en que se encuentran los árboles en producción. En la producción de látex no se realizó diagrama de caja porque únicamente se produjo en el municipio de Huimanguillo.

En el análisis de comparación de medias realizado por el método de Duncan, con un ($p < 0.05$) de confiabilidad (Cuadro 2), se observó que para el municipio de Jalapa, la superficie de plantación presentó mayor diferencia estadística comparado con los municipios restantes; Jalapa cuenta con plantaciones que son más pequeñas que los otros municipios. En la edad de los árboles y años de pica, el Municipio de Teapa es diferente a los tres municipios restantes, ya que en este municipio las plantaciones tienen mayor edad y por consiguiente también hay más años de pica realizados.

En cuanto al número de picas anuales que realizan los productores en las plantaciones de hule en el estado de Tabasco, se presentó diferencia estadística en los municipios de Huimanguillo y Teapa. En el municipio de Teapa se aplican menos picas a la semana y al año (87), a diferencia del municipio de Jalapa donde aplican más picas al año (147).

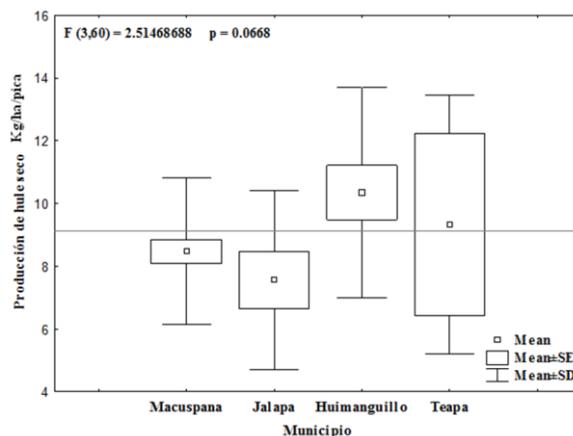


Figura 6. Producción de hule seco (kg/ha/pica) en Tabasco.

Las medias con distinta letra en la hilera son diferentes significativamente con probabilidad de $p < 0.05$ (Duncan). El Cuadro 3, presenta las correlaciones entre las variables de manejo de cosecha de los árboles de hule. La producción de látex/árbol/pica presentó correlación negativa con la superficie de plantación ($r = -0.3857$; $p < 0.012$). Las correlaciones negativas parecen indicar que la producción de látex es mas alta para menores superficies y menor para mayores), el número de árboles en producción ($r = -0.3888$; $p < 0.002$) y el número de picas anual ($r = -0.4612$; $p < 0.004$) también presentaron correlaciones negativas. La producción de látex/ha/pica de igual manera presenta correlación negativa con el número de picas anual ($r = -0.4611$; $p < 0.004$) y presenta relación positiva baja, pero significativa con la superficie ($r = 0.3841$; $p < 0.012$) y con el número de árboles en producción ($r = 0.3841$; $p < 0.001$). Las correlaciones negativas son debidas al manejo que se le da a las plantaciones y a la variación de los parámetros involucrados en la pica de los árboles de hule (la profundidad de la pica, la longitud de la pica, la pendiente del corte, el número de cortes realizados en un mismo árbol y el sentido en el cual se incisa la corteza en el momento de cada pica, o sea ascendente o descendente) y a la edad de las plantaciones. El sentido más usual para la incisión de los árboles de hule es hacia abajo, pero también se efectúan picas inversas (Compagnon, 1998).

La correlación de Pearson entre la superficie (ha) con el número de árboles en producción, edad de los árboles con años de pica, producción de látex por árbol con producción de látex por ha y producción de coágulo por árbol con producción de coágulo por ha, presentan una correlación lineal, ya que las variables dependen una de la otra; la correlación positiva entre la edad de los árboles y los años de picas nos indica que entre más árboles con edad adecuada para picar, más años de picas tendrán éstos. Mientras más

producción de látex por árbol se genere, más producción de látex por hectárea habrá (Ruíz, 1996 y Ortiz, 2004). Las correlaciones muy bajas, casi nulas resultaron entre la variable superficie, con edad de los árboles y años de pica e indican que estas variables no están relacionadas.

El ingreso anual total, incluye los ingresos anuales por venta de coágulo y látex (Cuadro 4). El ingreso mensual bruto por ha de \$1519.00 (140 USD) es bastante bajo (pues a ello se le deben descontar los gastos de cosecha) si se considera el sostenimiento de una familia con este ingreso.

Cuadro 2. Comparación de medias en las variables de manejo de cosecha de los árboles de hule *Hevea* en Tabasco.

VARIABLES	Huimanguillo	Jalapa	Macuspana	Teapa
Superficie promedio (ha)	3.60 a	1.55 b	2.12 ab	4.00 a
Árboles en producción por ha	548.09 a	555.60 a	548.29 a	555.60 a
Edad de los árboles (años)	14.87 b	21.65 b	17.24 b	46.00 a
Años de picas	5.73 b	12.80 b	9.27 b	36.00 a
No. de picas anuales	112.90 a	147.20 ab	139.54 ab	87.00 b
Entrega de producto (días)	20.52 a	15.00 a	20.27 a	15.00 a
Producción de coágulo (kg/ha/pica)	29.97 ab	58.65 a	29.01 ab	68.71 a
Producción de coágulo (kg/árbol/pica)	0.052 ab	0.25 a	0.065 b	0.35 a
Producción de látex (l/ha/pica)	27.49	-	-	-
Producción de látex (l/árbol/pica)	0.052	-	-	-

Cuadro 3. Correlación entre las variables de manejo de cosecha de los árboles de hule *Hevea brasiliensis* en Tabasco

VARIABLES	Superficie (ha)	Arboles en produc.	Edad de los árboles	Años de picas	No. de pica/año	Látex/árbol/pica	Látex/ha/pica	Coágulo/árbol/pica	Coágulo/ha/pica
Superficie (ha)	–	0.829 <0.001	0.235 0.053	0.249 0.040	-0.229 0.059	-0.386 0.0012	0.384 0.0012	-0.080 0.5414	-0.213 0.345
No. Árboles en Producción	–	–	0.176 0.187	0.226 0.087	-0.215 0.104	-0.388 0.002	0.384 0.001	-0.1667 0.174	-0.1930 0.114
Edad de los árboles (años)	–	–	–	0.9109 <0.001	-0.111 0.369	-0.080 0.514	-0.080 0.515	0.163 0.184	0.171 0.0113
Años de picas	–	–	–	–	-0.160 0.206	0.021 0.936	0.011 0.929	0.131 0.288	0.1389 0.258
No. de picas/año	–	–	–	–	–	-0.461 0.004	-0.4611 0.004	-0.262 0.057	-0.272 0.014
Látex/árbol/pica (l)	–	–	–	–	–	–	0.991 <0.001	-0.143 0.212	-0.358 0.4026
Látex/ ha/pica (l)	–	–	–	–	–	–	–	-0.152 0.212	-0.193 0.302
Coágulo/árbol/pica (kg)	–	–	–	–	–	–	–	–	0.965 <0.001
Coágulo/ha/pica (kg)	–	–	–	–	–	–	–	–	–

Cuadro 4. Ingresos económicos (mínimos, medios y máximo) por la venta de hule

Variable	Precio coágulo (\$/kg)	Precio látex (\$/kg)	Ingreso por venta de coágulo (\$/ha/año)	Ingreso por venta de látex (\$/ha/año)
Mínima	3.50	3.50	7,250.00	4,934.00
Media	4.00	4.50	16,967.30	10,212.00
Máxima	4.30	5.00	27,427.20	15,728.00

Existe mayor ingreso económico en la producción de látex que en las plantaciones donde se produce coágulo, esto se debe a que el precio del hule en látex es mejor pagado que el hule en coágulo, además que del 6% de los productores que producen látex y coágulo, tienen mayor superficie dedicada a la producción de látex que a la producción de coágulo.

Durante los años de las décadas de los 60's y 70's el consumo de hule creció rápidamente en relación al incremento de la población mundial como un resultado del consumo de hule per capita. A mediados de los 70's e inicio de los 80's se presentó una recesión económica en las industria de hule en países europeos del centro y del este, y a principio de los 90's causó una baja del consumo per capita de menos de 3 kg/persona durante 30 años (IRSG, 2008). A fines de 1999 y más tarde en 2001, cuando los precios del hule encontraron su nivel más bajo en 30 años, los productores mexicanos redujeron o suspendieron la producción, pero el consumo, especialmente en China, considerado como el país más poblado con 1,300 millones de personas, siguió creciendo (Sathees y Sebastián 2007).

En relación al precio del hule a nivel mundial y su estabilidad, el precio internacional del hule natural está determinado en gran parte por el crecimiento de la economía mundial (George y Kuruvilla, 2000). Actualmente China está incorporándose fuertemente a la producción de hule a nivel mundial y se considera que la industria hulera irá en aumento (Bader, 2008).

La relación de ingresos económicos de la producción de hule *Hevea brasiliensis* Muell Arg. con la superficie en hectárea de las plantaciones de hule evaluadas en el estado de Tabasco se muestra en la Figura (6). Aquí se observa que hay productores con superficie pequeña que presentan un ingreso económico superior del que deberían tener de acuerdo a la superficie en producción que poseen; los ingresos económicos dependen de cuanta producción de hule entregue el productor, de a quien le haga la entrega de su producto y en cuanto se lo paguen. En el caso de los productores de las plantaciones número 48, 57 y 65 el ingreso está muy relacionado con la superficie cosechada; para estos productores que tienen grandes superficies en producción debería ser mayor su

ingreso, sin embargo, no es así. Lo anterior se puede atribuir a que los productores no realizan ellos mismos la pica, sino que la hacen a través de picadores; y durante la cosecha y venta del producto, el dueño de la plantación proporciona al picador la mitad del ingreso económico obtenido por la cosecha, es por eso que el productor tiene menores ingresos, situación que finalmente crea desánimo en el dueño de la plantación y en algunos casos, abandona la plantación. La producción y el precio bajaron, después de una situación depresiva del mercado en los años 1998-2001; sin embargo actualmente se ha mantenido estable, incluso va subiendo el precio cada año (Plan rector, 2005).

En la Figura 7, se muestran los ingresos económicos y los números de picas anuales que se realizan en las plantaciones de hule en el estado de Tabasco. Los sistemas de pica aplicados en las plantaciones de hule son $\frac{1}{2}$ S d/1 6d/7 en un 49% o sea pica diaria, y $\frac{1}{2}$ S d/2 6d/7 en un 51%, en pica cada tercer día. Los productores que pican diario producen 1552 kg/ha/año de hule seco, mientras que los que pican cada tercer día producen 1034 kg/ha/año de hule seco, obteniendo una producción de 33.38% más que el productor que pica cada tercer día. Los productores que pican diario obtienen mayor producción; sin embargo, están forzando a los árboles al aplicar un sangrado diario, desgastando el panel de pica más rápido y por consiguiente disminuyendo a la mitad la vida productiva de la plantación.

En el caso de los productores de las plantaciones numero 47, 57 y 59, de las cuales sobresale el ingreso económico, se debe a que cuentan con más superficie en producción de 5 a 7 ha, pican cuatro veces a la semana, el dueño de la plantación realiza la pica y se les paga a \$4.40 (0.40 USD) el kilo de coágulo. Comparándolo con los productores que tienen ingreso bajo, éstos tienen menor superficie en producción de 0.5 a 2 ha, la pica y cosecha la realizan a medias o lo hace un familiar, varían los días de picas a la semana (de 3 a 6 picas) y se les paga el producto a \$4.30 (0.40 USD).

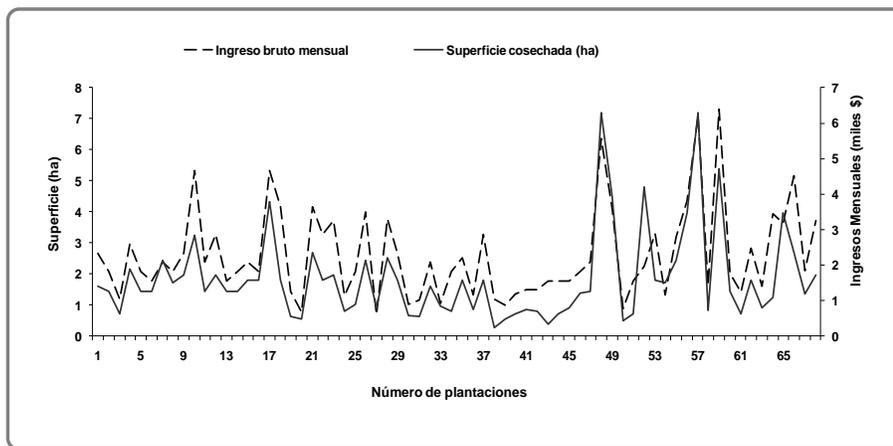


Figura 6. Relación de ingresos económicos de la producción de hule por superficie cosechada y superficies de las plantaciones evaluadas de hule *Hevea brasiliensis* en el estado de Tabasco.

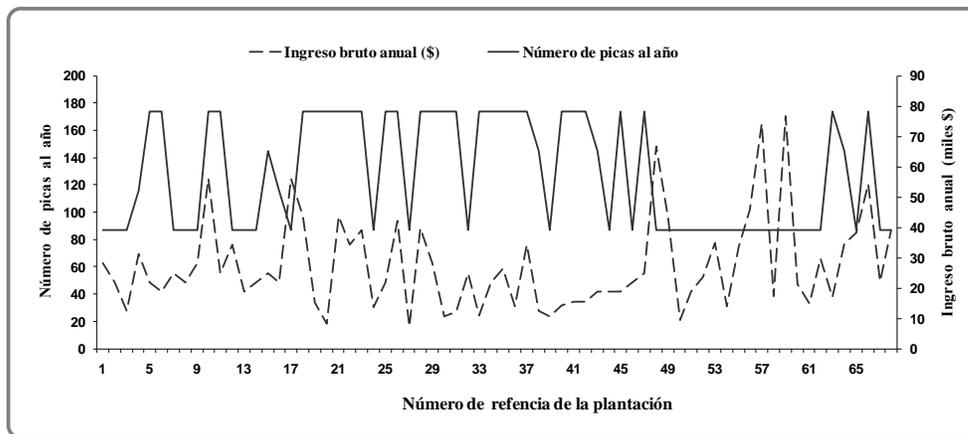


Figura 7. Ingreso económico total anual de la producción de hule *Hevea brasiliensis* Muell Arg. por superficie cosechada y número de picas anuales de las plantaciones evaluadas de hule en Tabasco.

CONCLUSIONES

La producción principal de hule en el estado de Tabasco se genera en los municipios de Macuspana, Huimanguillo, Jalapa y Teapa, de los cuales el primero presenta la mayor superficie de hule en producción. El manejo de las plantaciones de hule, es realizado en un 85% por productores del sexo masculino y en un 15% femenino; cada vez más se están integrando las mujeres a esta actividad productiva, además de que existe cada día más migración de jóvenes y adultos a Estados Unidos de Norte América.

Las plantaciones de hule en el estado de Tabasco presentan edades de 7 a 46 años en estado productivo. Las plantaciones en estado de “vejez” a partir de los 33 años de edad, requieren que se capacite a sus dueños para aplicar la pica de muerte y aprovechar la madera, la cual aportará un ingreso significativo a los

dueños de las plantaciones, seguido por la sustitución de la plantación con otra nueva.

Los sistemas de pica aplicados en las plantaciones de hule en Tabasco son $\frac{1}{2}$ S d/1 6d/7 en un 49% o sea pica diaria, y $\frac{1}{2}$ S d/2 6d/7 en un 51%, en pica cada tercer día. Cuando los productores pican diario, la plantación de hule produce más (33.38%), que el productor que pica cada tercer día; la problemática de la pica diaria es que los productores están forzando fisiológicamente a los árboles al aplicar un sangrado diario, desgastando el panel de pica más rápido y por consiguiente disminuyendo a la mitad, la vida productiva de la plantación.

La producción media anual de hule seco en Tabasco es de 1,293 kg/ha/año, resultando diferencia significativa en el análisis de varianza en los cuatro municipios evaluados. La media de producción de hule seco es de 8.92 g/ha/pica.

El 88% de los productores produce hule en forma de coágulo en los cuatro municipios, mientras que Huimanguillo es el único municipio donde se produce látex; este potencial de manejo de algunos productores puede tomarse en consideración si posteriormente se quiere generar productos de mayor calidad que requiera producción de látex.

En las plantaciones de hule se presenta mucha deficiencia en la realización de la pica, ya que en algún caso se está picando a las tres de la tarde cuando el árbol no presenta las condiciones fisiológicas para que los vasos laticíferos se abran y viertan el látex; por otra parte se presenta consumo acelerado de tablero y daños en la profundidad del corte de pica que genera poca regeneración del tablero, incrementando la posibilidad de presencia de enfermedades fungosas en un 82 %; la incidencia de las tuzas ha sido del 70%, sobre todo en las plantaciones jóvenes.

La aplicación del sistema de pica, la realización de la pica en su hora y la cosecha de hule, influye en los ingresos económicos de los productores, aunque en la mayoría de los casos realizan esta actividad los mismos dueños o familiares, un 28% de los productores la realizan a medias con el picador, obteniendo únicamente la mitad del ingreso económico los dueños de la plantación, haciendo que en muchos casos se desanimen de continuar con la plantación al tener este sistema de pago para los picadores. La forma del producto final sea coágulo o látex incide directamente en los ingresos económicos, ya que el hule en látex es mejor pagado que el hule en coágulo, sin embargo, el producto intermedio que se genera mayormente es hule granulado, para lo cual es necesario el hule en coágulo.

De acuerdo a las previsiones mundiales, se considera que el precio del hule tiene mayor estabilidad e irá en aumento para mejora de los productores.

AGRADECIMIENTOS:

Esta investigación ha sido realizada con el apoyo del proyecto: Diagnóstico, evaluación e implementación de técnicas en el manejo de postcosecha para incrementar la calidad de látex del hule *Hevea* en Tabasco con financiamiento de Fondos Mixtos. Gobierno del Estado de Tabasco-CONACYT.

REFERENCIAS

Bader, F. H. 2008. The latex doctor. Abolish value cap that hinders export. Rubber Asia. July – August. p.71.

Castillo M, L. E. 2001. Introducción al SAS para Windows. Universidad Autónoma Chapingo. Texcoco, Estado de México. 210 p.

Compagnon, P. 1998. El caucho natural: biología, cultivo producción. Consejo mexicano del hule, A. C. y CIRAD. México. 701 p.

Domínguez D., M. Martínez-Zurimendi. P., Hernández C., J. M., Velázquez, M. A. e Izquierdo R. F. 2005. Diagnóstico de manejo postcosecha de Hule *Hevea brasiliensis* en Tabasco. VII Congreso Mexicano de Recursos Forestales. Memorias de resúmenes. Chihuahua, Chih. p. 252.

FAO/UNESCO. 1998. Base de referencia para los suelos del mundo. FAO/UNESCO. <http://edafologia.ugr.es/cartotema02/faowrbcl.htm>. Consulta: 18-10-07.

Flores R., J. A; Garay J., V. y Peña G., C. 2004. Evaluación nutricional de plantaciones de *Hevea brasiliensis* Muell. Arg., Sector El Pozo, San Fernando de Atabapo, Estado Amazonas, Venezuela. Revista Forestal Latinoamericana. N° 36. P. 83 - 107.

Fundación Produce. 2007. Cultivo de hule. Fundación Produce Oaxaca A. C. Asociación Civil. P.19. www.oeidrus-oaxaca.gob.mx/produce/contenido.pdf. Consulta: 25-05-08.

Garay J., D. A; Moreno P., P. A; Duran P., J. A; Valero S., W. y Trejo P., S. S. 2004. Factibilidad de uso de la madera *Hevea brasiliensis* (caucho) en la fabricación de tableros con pajilla y cemento. Rev. For. Lat. N° 36. p. 43-58.

George P., J; Kuruvilla, C. J. 2000. Natural agromanagement and crop processing. Rubber Research Institute of India. Rubber Board, Kottayam, India. p.5.

Heinz H., K. 2001. Diccionario enciclopédico de sociología. Empresa Editorial Herder, S.A., Barcelona. Impreso en España. 1016 pp.

Hernández C., J. M. 1992. Fertilización del hule a los cinco años de establecida la plantación, en Huimanguillo, Tabasco. V Reunión científica Forestal y Agropecuaria. Memorias de resúmenes. Tabasco. p. 76.

Hernández C., J. M. 2005. Curso Manejo de plantaciones de Hule en producción. Campo

- Experimental Huimanguillo. CIRGOC. Memoria Técnica S/n, Tabasco, México 28 p.
- INEGI, 2007. Anuario estadístico del Estado de Tabasco. Instituto nacional de estadística, geografía e informática. México. 574 p.
- IRSG (Internacional rubber study group). 2008. Rubber trends. Rubber Asia. May – June. p.107-109.
- Johnson, Dallas, E. 2000. Métodos multivariados aplicados al análisis de datos. Kansas state university. México: Internacional Thomson editores. 36 p.
- Martínez V., V. 1997. El cultivo de hule. Manual práctico de orientación para los pequeños productores chiapanecos. Universidad autónoma de Chiapas. Tuxtla Gutiérrez. 79 p.
- Monroy R., C. R; Aguirre C., O. A. y Jiménez P., J. 2005. Productividad maderable de *Hevea brasiliensis* Muell Arg., en Veracruz. VII Congreso mexicano de recursos forestales. México. p. 124-125.
- Ortiz C., E. 2004. Variables morfológicas, anatómicas y fisiológicas y su relación con rendimiento en hule *Hevea brasiliensis* Muell Arg. Tesis. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Texcoco, estado de México. 97 p.
- Picón R. L. Ortiz C., E. y Hernández C., J. M. 1997. Manual para el cultivo del hule *Hevea brasiliensis*. SAGAR-CMH-INIFAP. Campo experimental, El palmar, Tezonapa, Veracruz. 103 p.
- Plan rector sistema nacional hule. 2005. Segunda fase: Diagnóstico inicial, base de referencia y estructura estratégica. Villahermosa, Tabasco. 44 p.
- Plan Rector. 2006. Plan Rector para el desarrollo del sistema producto hule Estado de Tabasco. Villahermosa, Tabasco. 93 p.
- Rodríguez M., R. 1993. Enfermedades del hule *Hevea brasiliensis* Muell Arg. SARH. INIFAP. CIRGOC. Campo Experimental el palmar. División Forestal. Folleto técnico. Num. 20. Tezonapa, Veracruz . 14 p.
- Rojo M, G. E; Jasso M, J; Vargas H, J. J. y Palma, L D. J. 2005a. Análisis de la problemática de carácter técnico-económico del proceso productivo del hule en México. Ra Ximhai. 31 p. <http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=46110107&iCveNum=2133>. Consulta: 10-09-07.
- Rojo M, G. E; Jasso M, J; Zazueta A. X; Porras A. C. R., y Velázquez M, A. 2005b. Modelos de índice de sitio para *Hevea brasiliensis* Müll. Arg. del clon IAN-710 en el norte de Chiapas. Ra Ximhai. 15 p. <http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=46110110&iCveNum=2133> Consulta: 10-09-07.
- Ruiz A., S. 1996. Effect of puncture tapping system on yield and selected physiological latex parameters of rubber (*Hevea brasiliensis*). Thesis of master of Agricultural Science. University Pertanian Malaysia. Malasya. 146 p.
- SAGARPA. 2003. Síntesis ejecutiva del cultivo de hule en el Estado de Chiapas. www.sagarpa.gob.mx/dlg/chiapas/agricultura/perennes/hule.htm.37k. Consulta: 12-08-07.
- SAGARPA. 2005. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Subdelegación Agropecuaria, Tabasco. Tabasco. 14 p.
- Santesmases M., M. 2001. DYANE. Programa informático para PC. Diseño y análisis de encuestas de investigación social y de mercados. Ver. 2. Universidad de Alcalá de Henares, España. 170 p.
- Sathees Ch., N. and Sebastián, K. D. 2007. Rubber grower's guide. Rubber board, Kottayam, India. 125 p.
- SEDAFOP. 2004. Padrón de productores de hule. 2004. Secretaría de Desarrollo Agropecuario, Forestal y Pesca (SEDAFOP). Gobierno del Estado de Tabasco. 124 p.
- Villegas M., A. 1990. Métodos asépticos. In Rosell, C.H. (ed.) Villalobos Arambula, V.M. (ed.): Fundamentos teórico-prácticos del cultivo de tejidos vegetales; FAO. Roma (Italia). p. 54-63

Submitted January 28, 2009 – Accepted October 13, 2010

Revised received December 13, 2010