

Colección Trópico Húmedo

El cultivo del árbol del  
**hule**  
(*Hevea brasiliensis* Muell Arg.):

avances y retos en la gestión  
de la innovación

César Enrique Aguirre Ríos  
Vinicio Horacio Santoyo Cortés



Universidad Autónoma Chapingo

Colección Trópico Húmedo

**El cultivo del árbol del hule**  
(*Hevea brasiliensis* Muell Arg.):

avances y retos en la gestión de la innovación

## Universidad Autónoma Chapingo

Dr. Carlos Alberto Villaseñor Perea

RECTOR

Dr. Ramón Valdivia Alcalá

DIRECTOR GENERAL ACADÉMICO

Dr. J. Reyes Altamirano Cárdenas

DIRECTOR GENERAL DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

Ing. J. Guadalupe Gaytán Ruelas

DIRECTOR GENERAL DE ADMINISTRACIÓN

M.C. Domingo Montalvo Hernández

DIRECTOR GENERAL DE PATRONATO UNIVERSITARIO

Ing. Raúl Reyes Bustos

DIRECTOR GENERAL DE DIFUSIÓN CULTURAL Y SERVICIO

Dr. V. Horacio Santoyo Cortés

DIRECTOR DEL CIESTAAM

Lic. Rocío Guzmán Benítez

JEFA DEL DEPARTAMENTO DE PUBLICACIONES, DGDCyS

Colección Trópico Húmedo

**El cultivo del árbol del hule**  
(*Hevea brasiliensis* Muell Arg.):

avances y retos en la gestión de la innovación

César Enrique Aguirre Ríos  
Vinicio Horacio Santoyo Cortés

**Universidad Autónoma Chapingo**  
Centro de Investigaciones Económicas, Sociales y Tecnológicas  
de la Agroindustria y la Agricultura Mundial

Esta obra fue dictaminada por pares académicos

César Enrique Aguirre Ríos, Vinicio Horacio Santoyo Cortés

*Colaboradores:* Norman Aguilar Gallegos,

Gladis Feliciano Gregorio, Omar Reyes García

Diseño de portada: Carlos de la Cruz

Corrección de estilo: Augusto Alejandro Merino Sepúlveda

Formación: Gloria Villa Hernández

Primera edición, noviembre 2013

ISBN: 978-607-12-0324-3 (colección)

ISBN: 978-607-12-0326-7 (volumen)

D.R. © Universidad Autónoma Chapingo

km 38.5 carretera México-Texcoco, Chapingo, Estado de México, C.P. 56230

Tel. 01(595) 952-1500, ext. 5142.

Correo electrónico: [isbnochapingo@gmail.com](mailto:isbnochapingo@gmail.com)

Centro de Investigaciones Económicas, Sociales y Tecnológicas  
de la Agroindustria y la Agricultura Mundial (CIESTAAM)

<http://www.ciestaam.edu.mx>

Todos los derechos reservados. Cualquier forma de reproducción (total o parcial), distribución, comunicación pública o transformación de esta obra, por cualquier otro medio requiere autorización del Representante Legal de la Universidad Autónoma Chapingo, salvo en las excepciones previstas por la Ley Federal del Derecho de Autor.

# Contenido

Introducción	11
1. Situación mundial del hule natural	14
1.1 Producción	14
1.2 Exportaciones	15
1.3 Importaciones	16
1.4 Consumo de hule natural a nivel mundial	17
1.5 Precios en el mercado internacional	18
1.6 Principales usos del hule natural a nivel mundial	20
2. Situación nacional del hule mexicano	21
2.1 Producción y superficie establecida	21
2.2 Regiones y municipios productoras de hule en México	23
2.3 Área potencial	24
2.4 Importaciones y exportaciones de hule	25
2.5 Calidades y comercialización de hule en México	26
3. Principios para el establecimiento de las plantaciones	30
3.1 Requerimientos ambientales	30
3.1.1 <i>Ubicación geográfica</i>	30
3.1.2 <i>Temperatura</i>	30
3.1.3 <i>Precipitación</i>	32
3.1.4 <i>Vientos</i>	32
3.1.5 <i>Suelos</i>	32
3.2 Propagación de plantas de hule	34
3.3 Etapas del sistema de producción del cultivo del hule	34
3.3.1 <i>Establecimiento de jardines clonales de multiplicación</i>	34
3.3.2 <i>Vivero en bolsa brotada</i>	41
3.3.3 <i>Vivero de material desarrollado</i>	51
3.3.4 <i>Injertación</i>	53
3.3.5 <i>Establecimiento de plantaciones</i>	60
4. Principios para el manejo de las plantaciones	66
4.1 Control de plagas	67
4.1.1 <i>Control químico</i>	67

4.1.2 Control mecánico	68
4.2 Control de enfermedades	69
4.3 Deshijes	69
4.4 Podas	70
4.5 Inducción de ramas	71
4.6 Control de maleza	72
4.6.1 Control manual	72
4.6.2 Control químico	74
4.6.3 Control mecánico	74
4.7 Fertilización	75
4.8 Guardarrayas	77
4.9 Labores de replante	77
4.9.1 Cuantificación de fallas	77
4.9.2 Reapertura de cepas y replante propiamente dicho	78
4.10 Arrope	78
4.11 Manejo y conservación de suelos	78
4.11.1 Cultivos intercalados	79
5. Explotación y manejo poscosecha del hule	81
5.1 Explotación del cultivo del hule	81
5.1.1 Inicio de la explotación	81
5.1.2 Materiales de campo	83
5.1.3 Metodología	84
5.1.4 Técnica de pica	86
5.1.5 Sistemas de explotación	89
5.2 Manejo poscosecha y beneficio del hule	90
5.2.1 Proceso de obtención de hule técnicamente especificado o granulado	90
5.2.2 Beneficiado para la obtención de hojas o láminas	95
6. Red de abasto y comercialización del hule	99
6.1 Beneficiadoras pequeñas	99
6.2 Grandes comercializadoras	101
7. Dinámica de la innovación en plantaciones de hule en México	103
7.1 Concepto de innovación	103
7.2 Gestión de la innovación en la cadena productiva del hule	103
7.3 Análisis de la innovación en plantaciones de hule	104
7.4 Indicadores utilizados para medir el nivel de innovación	104
7.5 Perfil del productor y de su unidad de producción	105

7.6 Indicadores de innovación en plantaciones de hule en el sur-sureste de México	108
7.6.1 <i>Índice de adopción de innovaciones (InAI)</i>	108
7.6.2 <i>Tasa de Adopción de Innovaciones (TAI)</i>	115
8. Perspectivas del cultivo de hule	118
Referencias citadas	122
Anexos	127
Anexo 1. Catálogo de innovaciones para plantaciones de hule	127
Anexo 2. Tasas de adopción de innovaciones (TAI%) en plantaciones de hule en México, comparativo de la intervención AGI-DP	129
Abreviaturas usadas	131
Índice de cuadros, figuras y fotografías	133

## Introducción

El género *Hevea* (*Hevea brasiliensis* Müell. Arg.), cuyo nombre proviene de la palabra *hyvé* o *hevé*, que significa “árbol que llora” o “lágrimas de árbol”, es originario de las planicies del Amazonas y la Orinoquia y se encuentra en estado silvestre en Bolivia, Perú, Colombia y en las regiones del Matto Grosso y Marrano en Brasil (Compagnon, 1998).

La historia mundial registra por primera vez al hule en México en los relatos de Cristóbal Colon con referencias a las bolas de hule usadas en el juego de pelota, aunque ellas eran elaboradas con material procedente del árbol del género (*Castilloa elastica* Cerv.) del que actualmente existen varios ejemplares en el país.

En México, el cultivo del hule (*Hevea brasiliensis*) se remonta a 1882, cuando las compañías inglesas y holandesas establecieron las primeras plantaciones en los municipios de Tezonapa, Veracruz; Tuxtepec, Ojiltán y Santa María Chimalapa, Oaxaca; y en la Hacienda Zanjón Seco en Chiapas. Durante el periodo de 1895 a 1910 se establecieron 2 000 ha en la hacienda “El Corte” y otras 500 en “La Esmeralda”, localizadas en la zona ístmica de Veracruz y Oaxaca. En la década de 1940, la Secretaría de Agricultura y Ganadería localizó las áreas con mayor potencial para el cultivo, eligiéndose el Valle de Tezonapa en el estado de Veracruz (Ortiz, 2011a).

A nivel nacional el área potencial para establecer plantaciones de hule en condiciones “óptimas” es de 350 562 ha, ello contrasta con las cifras correspondientes al 2012 que señalan la utilización de casi un 10% de ella. Es decir solo se tiene sembradas 33 573 ha de hule, de las cuales 18 640 se encuentran en fase productiva lo que representa un 56%, mientras que el 44% (14 881 ha) está en periodo de pre-producción, distribuidas en Chiapas, Oaxaca, Tabasco y Veracruz. En esta última entidad se concentra el 49% de la superficie establecida en el país (Aguirre, 2013).

Esta actividad genera economías colaterales que son importantes para el desarrollo económico del país, ya que el hule natural es materia prima indispensable para la elaboración de casi 50 000 artículos diversos, entre los que sobresalen las llantas, cámaras, bandas transportadoras, mangueras, empaques, soportes, globos y guantes, entre muchos otros (Ortiz, 2011a).



Genera una gran cantidad de mano de obra en todas las fases del cultivo, pues se cosecha durante casi todo el año, (excepto dos meses de sequía) lo que genera arraigo del productor a su comunidad. De esta actividad dependen más de 7 000 familias en las zonas productoras de México.

Desde el punto de vista ambiental, aporta beneficios ecológicos, ya que a través del cultivo se están recuperando las áreas arboladas que fueron desforestadas con motivo de la introducción de la ganadería extensiva y el establecimiento de otros cultivos como el maíz y la caña de azúcar. Esto se refleja en el mejoramiento ambiental, ya que las plantaciones fijan o capturan grandes cantidades de carbono, generan oxígeno a la atmósfera, actúan como mejoradores de los suelos y filtran grandes cantidades de agua ayudando a la recarga de los mantos freáticos, además propician la proliferación de fauna silvestre y otras especies vegetales.

En el escenario mundial existe una tendencia altamente favorable en términos de demanda y precio del hule natural, la cual se podría mantener durante los próximos 15 años, esto según el Departamento de Agricultura de Estados Unidos

(USDA) y el Grupo Internacional de Estudios del Hule (International Rubber Study Group, 2012). Dicha tendencia se debe a condiciones macroeconómicas, donde destacan el crecimiento industrial sostenido de China, el mantenimiento constante de los altos precios del petróleo que harán poco atractivo sustituir el uso de hule natural por compuestos sintéticos y la consolidación de bloques económicos que demandarán cantidades mayores de hule y látex para usos industriales en ramas como la automotriz, la médica y del calzado, principalmente.

México en particular, sólo genera el 0.13% de la producción mundial de hule natural, la producción a nivel nacional sólo abastece entre 10 y 30% de la demanda anual interna. Se han consumido internamente alrededor de 90 000 t de hule natural al año y en promedio se importan 78 579 toneladas anuales a un costo de US\$ 4 429.42/t lo que significa una fuga de divisas por 348 millones de dólares (Secretaría de Economía, 2011). Lo anterior da idea acerca de la oportunidad de mercado para la producción generada en el país. En 2011 se importaron 54 054 t de Hule Técnicamente Especificado (Secretaría de Economía, 2012) y sus principales proveedores fueron Indonesia, Guatemala, Malasia y Tailandia.

Por otra parte se tiene que la cadena agroindustrial de producción y procesamiento del hule se integra por tres etapas: la primera, es la agropecuaria o primaria, que tiene como productos finales: hule en forma sólida, hule seco o líquido; la segunda, es el beneficio primario, que puede consistir en el deshidratado para producir hule granulado o laminado, o la centrifugación y agregado de sustancias químicas estabilizantes para producir látex en estado líquido; y la tercera, es el procesamiento de la industria para la obtención de productos finales como llantas, globos, calzado, guantes, impermeables productos medicinales, etcétera.

En el caso de México, participan en la primera fase unos 7 000 pequeños productores ejidatarios y una pequeña parte de plantaciones a gran escala, algunas de ellas vinculadas a los beneficios. En la segunda etapa participan beneficios privados, vinculados o no a las organizaciones de productores y pequeñas empresas que producen hule seco laminado. No existe relación entre la segunda y tercera etapa, más allá de sus relaciones como ofertantes y demandantes. Las industrias consumidoras están integradas en la Cámara Nacional de la Industria Hulera, donde predominan las grandes empresas productoras de neumáticos en cuanto

al volumen de demanda pero también participa un gran número de pequeñas empresas dedicadas a diversos productos (Rojo, Martínez y Jasso 2011.).

La Cámara Regional de la Industria del Hule y Látex del estado de Jalisco participa intensamente en la Cadena productiva hule por una parte con empresarios procesadores ubicados en Guadalajara y por otra con una intervención importante que busca la relación entre productores e industria, incluso promoviendo nuevas plantaciones de hule en la costa de Jalisco.

Dado el potencial de siembra, la disponibilidad de tecnologías y la oportunidad económica que el cultivo del hule representa, es indispensable ejecutar un plan de acción que involucre convergentemente a los diferentes actores involucrados en la cadena productiva, desde los productores, las empresas procesadoras, institutos de enseñanza e investigación hasta la participación gubernamental. Comenzando por hacer consciencia entre los planificadores y tomadores de decisiones del país acerca del hule y su potencial también como una importante fuente de empleo y de prosperidad en el medio rural.

## 1. Situación mundial del hule natural

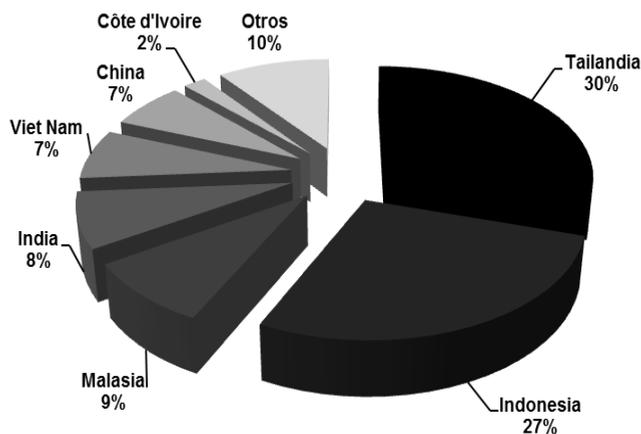
### 1.1 Producción

En 2011, la producción mundial de hule fue de 11 281 768 t. Esta producción estuvo encabezada por Tailandia que produjo el 30%; Indonesia el 27%; Malasia 9% e India 8%. En América, los países que cuentan con importantes plantaciones de hule son Brasil, Guatemala y México, que en conjunto aportaron 306 176 t de la producción internacional. Es importante señalar la escasa participación de México en ella, ya que tuvo una producción de 38 243 t, ubicándose en el 17° lugar en la lista de los 20 principales productores del mundo (Figura 1).

A pesar de ser originario de América, el hule natural se ha desarrollado principalmente en Asia, donde actualmente se ubica más del 90% de la superficie plantada a nivel mundial; África le sigue en importancia aproximadamente con el 7% y América Latina participa con casi el 3% (Cuadro 1). La superficie mundial sembrada con árboles de hule abarca un total de 11.5 millones de ha (Malaysian Rubber Board, 2012).

Figura 1.

Principales países productores de hule natural (%), 2011



Fuente: Elaboración propia con datos de FAO-FAOSTAT (2011).

Cuadro 1.

Producción de hule natural (miles de toneladas)

Regiones productoras	2009	2010	2011
América Latina	253	266	275
África	423	464	470
Asia	9 043	9 634	10 253
Total	9 690	10 406	10 977

Fuente: International Rubber Study Group (2012).

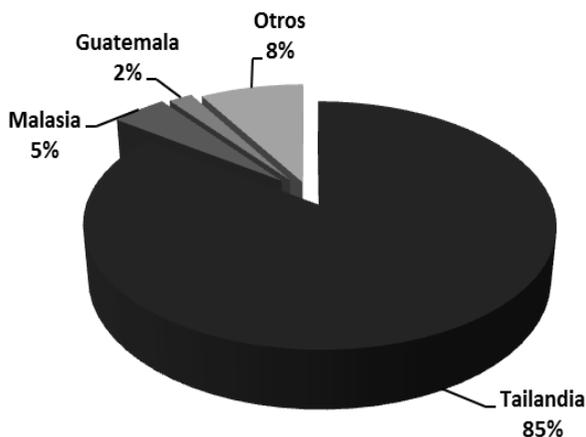
## 1.2 Exportaciones

En 2010, Tailandia registró exportaciones por 898 454 t, que representan el 85% del hule exportado, por su dinámica de crecimiento se colocó como el mayor exportador del mundo; Malasia por su parte registró un 5%; Guatemala solo exportó un 2%. Muchos países productores no figuran en las exportaciones mundiales ya que

han disminuido sus exportaciones debido a un descenso de su producción y a un aumento en la demanda interna.

Figura 2.

Principales países exportadores de hule natural (%), 2010

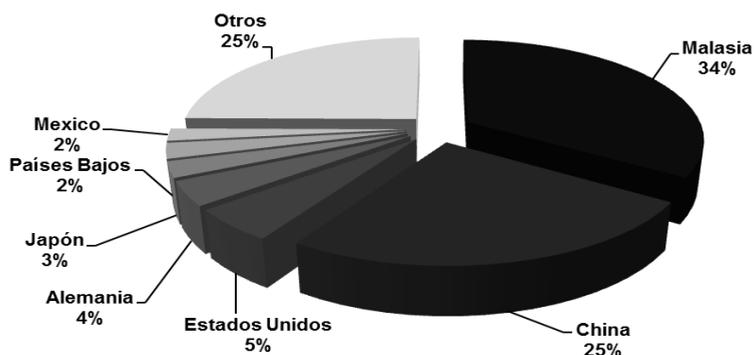


Fuente: Elaboración propia con datos de FAO-FAOSTAT (2010).

### 1.3 Importaciones

Los principales países importadores son Malasia y China, que adquieren en conjunto el 59% de las importaciones mundiales; a pesar de ser productores directos ambos son también grandes consumidores. Estados Unidos (EUA), Alemania, Japón, Países Bajos y otros miembros de la Unión Europea (UE), también México son mercados potenciales en crecimiento, esto a pesar de los grandes volúmenes que importan actualmente.

Figura 3.  
Principales importadores de hule natural (%), 2010



Fuente: Elaboración propia con datos de FAO-FAOSTAT (2010).

#### 1.4 Consumo de hule natural a nivel mundial

El tipo de hule natural más demandado a nivel mundial es el Hule Técnicamente Especificado (partida arancelaria 4001220000), conocido también como Technically Specified Rubber (TSR).

En el año 2007, las importaciones mundiales de este tipo de hule ascendieron a US\$ 8 515.4 millones, muy por encima del total importado del segundo tipo de hule más demandado: Hojas de Hule Ahumadas, o Rubber Smoked Sheets (RSS), que en ese mismo año registró importaciones mundiales con un valor de US\$ 2 624.8 millones.

Considerando el tipo de hule natural más demandado mundialmente, en esta sección se brinda información sobre los principales mercados demandantes. China, EUA, Japón, República de Corea, Francia, España, Singapur y Alemania encabezan la lista de los países con mayores valores de importación de hule natural de la partida 4001220000, en el año 2007.

Bajo el mismo contexto se tiene que para el año 2012 (Aguirre, 2013) los principales países importadores y consumidores fueron China, EUA y Japón,

absorbiendo poco más del 42% del consumo mundial. Los socios del Tratado de Libre Comercio (TLC) consumieron 1.75 millones de t de hule natural.

Según los datos reportados por la International Rubber Study Group (2012), el consumo de hule natural seco en 2011 fue de alrededor de 10.92 millones de t, casi 1.3% más que el año anterior.

Cuadro 2.  
Consumo de hule natural (Miles de toneladas)

Regiones	2009	2010	2011
Norteamérica	790	1 071	1 165
Latinoamérica	488	616	585
Unión Europea 27	830	1 132	1 223
Otros Europa	177	228	250
África	94	101	89
Asia / Oceanía	6 984	7 631	7 610
Total	9 330	10 783	10 920

Fuente: International Rubber Study Group (2012).

### 1.5 Precios en el mercado internacional

El precio internacional del hule natural está determinado en gran parte por el crecimiento de la economía mundial. Los años 1995-1996, que destacan por un alto nivel de crecimiento en el PIB mundial, también registraron los precios más elevados en la historia del hule. Asimismo la producción y el precio bajaron después de que el mercado se encontró en una situación depresiva en los años 1998-2001.

El producto que más influye en el precio del hule natural es el petróleo crudo, pues un alto precio de esa sustancia eleva los costos de producción del hule sintético que es la principal competencia del hule natural.

El precio del hule seco en el mercado es regido por:

- Los precios internacionales en el mercado de futuros de países líderes como Malasia y Singapur.
- Por las variaciones en las cotizaciones del dólar (tipo de cambio).
- Por los castigos o premios que se negocian con los compradores finales o bróker.

Con relación a los plazos de pago, la política comercial usada con los clientes considera pagos de contado y un máximo de 40 días de crédito a clientes preferentes; sin embargo, en la realidad oscila entre dos y hasta tres meses.

Las operaciones comerciales a nivel mundial de Hule Natural (HN) están conformadas por una amplia variedad de calidades y presentaciones de hule natural, pero de ellas hay una que representa cerca del 80% del comercio mundial y por ende es el precio que se toma como referencia, éste es el equivalente a Hule Estándar Mexicano (HEM) en su calidad 20, donde el 20 es el porcentaje de 0.020% de impureza máxima tolerada para ser aceptada en esta calidad (Aguirre, 2013).

En los últimos 10 años (2003–2012), el precio del hule natural se ha incrementado significativamente, en junio de 2003 el precio en el mercado internacional fue de US\$ 834/t y en junio de 2008 se incrementó 287%, vendiéndose a US\$ 3 226/t. Para diciembre de 2008 el precio cayó significativamente a US\$1 300/t (se redujo el 60% respecto al precio de junio) debido a la crisis financiera mundial que disminuyó la venta de automóviles en el mundo. El precio del hule natural reportado en el mercado de Malasia el 31 de diciembre de 2012 fue de US\$ 3 016/t (aumentó 132% en cuatro años). En México los precios del hule natural se comportan en forma paralela a los precios del mercado internacional.

### Cuadro 3.

Precio del hule natural en el mercado de Malasia, durante el periodo 2003-2012\*

Mes \ Año	Precios en dólares estadounidenses por tonelada de hule natural (US\$/t)									
	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Enero	923	1 227.00	1 256.00	1 848.50	2 072.50	2 570.50	1 413.00	2 948.50	5 452.00	3 720.00
Febrero	955	1 327.50	1 282.50	1 937.50	2 102.50	2 697.50	1 383.50	3 128.50	5 341.50	3 777.50
Marzo	941.5	1 290.50	1 248.00	1 942.50	2 151.00	2 651.00	1 437.00	3 275.00	5 069.50	3 753.50
Abril	853	1 289.00	1 195.00	1 977.50	2 113.00	2 734.50	1 587.50	3 202.50	4 642.50	3 655.50
Mayo	880.5	1 261.50	1 249.50	2 388.50	2 257.50	3 115.00	1 620.50	2 950.50	4 696.00	3 172.50
Junio	834	1 212.00	1 338.00	2 439.00	2 079.50	3 226.00	1 617.00	2 903.50	4 392.50	2 791.50
Julio	915	1 173.50	1 504.00	2 227.00	2 112.00	3 111.50	1 802.00	2 937.00	4 742.50	2 833.50
Agosto	988	1 164.50	1 429.00	2 016.50	2 071.00	2 885.00	1 978.00	3 278.00	4 594.00	2 560.50
Septiembre <sup>1</sup>	1 147.00	1 207.00	1 614.50	1 757.50	2 172.50	2 695.00	2 110.00	3 489.50	4 127.50	2 885.50
Octubre	1 411.00	1 261.50	1 581.00	1 774.50	2 359.50	1 781.00	2 343.50	3 919.50	4 003.50	2 853.50
Noviembre	1 185.50	1 192.50	1 616.00	1 555.00	2 382.00	1 420.50	2 645.00	4 246.50	3 230.00	2 823.50
Diciembre	1 258.50	1 197.50	1 691.00	1 658.50	2 555.50	1 300.00	2 834.00	4 916.50	3 266.00	3 016.00

\*Calidad MSR 20 (Calidad más comercializada en el mercado internacional).

Fuente: Malaysian Rubber Board (2012).

### 1.6 Principales usos del hule natural a nivel mundial

El hule natural se emplea a nivel mundial en la producción de diversos artículos, su mayor aplicación está en aquellos sectores donde sus propiedades como material de ingeniería (amortiguación) son requeridos, destacándose principalmente el sector de llantas, línea automotriz, el calzado, los adhesivos y la línea médica.

Cuadro 4.  
Distribución del uso del hule natural a nivel mundial

Artículos	Porcentaje
Llantas	67
Látex	11
Automotriz	8
Calzado	5
Adhesivos	3
Médico	2
Otros	4
Total	100

Fuente: SENA (2006).

Fotografía 1.  
Diversos artículos obtenidos a partir del hule natural



Fuente: Aguirre (2013).

## 2. Situación nacional del hule mexicano

### 2.1 Producción y superficie establecida

La explotación del hule en México se remonta a finales del siglo XIX (1882), cuando productores ingleses y holandeses sembraron pequeñas superficies en los estados de Veracruz, Oaxaca y Chiapas, específicamente en Tezonapa, Veracruz; Tuxtepec y Santa María Chimalapa, en Oaxaca y en la hacienda "Zanjón Seco" en Chiapas (Martínez, 1986).

Actualmente, el cultivo de hule natural es una actividad rentable y segura, toda vez que el consumo nacional e internacional va en franco aumento, al igual que su precio internacional; así resulta ser competitiva con el resto de las alternativas de uso del suelo para el trópico húmedo. Además de generar una gran cantidad de mano de obra durante todas las fases del cultivo, pues se cosecha durante casi todo el año, (excepto dos meses de sequía) lo que conlleva el arraigo del productor a su comunidad. De esta actividad dependen económicamente más de 7 000 familias de las zonas productoras de México. El potencial productivo de este cultivo se localiza en el trópico húmedo.

A pesar de contar con condiciones de suelo, clima y tecnología para ser autosuficiente en hule e incluso exportar, México por el contrario importa entre el 80 y 90% de su consumo, con una salida de divisas superior a US\$ 174 millones por año. A nivel nacional, por ejemplo el mercado "Ilantero" demanda anualmente el 70% del hule natural que consume toda la industria hulera. Incluso, existen agroindustrias en el país que actualmente se encuentran paralizadas por falta de materia prima, haciéndose necesaria su reactivación y la correspondiente generación de empleos.

Según datos de la SAGARPA-SIAP-INIFAP, en el 2009 México disponía de 350 479 ha de tierras de alto potencial y otras 3 351 551 ha de medio potencial para cultivar hule, sin embargo sólo se sembraban 19 674 ha, cosechándose únicamente 15 078 ha; con un rendimiento promedio de 2 000 kg ha<sup>-1</sup> por año de hule fresco (que corresponde a 1 000 kg ha<sup>-1</sup> por año de hule seco), obteniendo un volumen de producción nacional de 31 794 t (SAGARPA-SIAP, 2011).

El 65% de la superficie plantada en México se encuentra en su fase productiva, y el resto en periodo preproductivo. Casi la mitad de la superficie con hule (49%) se localiza en el estado de Veracruz.

Cuadro 5.

Principales estados de la República Mexicana con producción de hule natural

Año	Producción agrícola	Veracruz	Tabasco	Chiapas	Oaxaca	Total
2008	Superficie Sembrada (ha)	8 692.00	3 847.57	3 579.01	2 575.00	18 693.58
	Superficie Cosechada (ha)	8 692.00	1 402.84	1 551.58	2 575.00	14 221.42
	Volumen Producción (t)	18 772.50	3 004.00	3 803.81	3 531.50	29 111.81
	Rendimiento (t ha <sup>-1</sup> )	2.16	2.14	2.45	1.37	2.03*
2009	Superficie Sembrada (ha)	9 215.75	4 299.69	3 609.01	2 550.00	19 674.45
	Superficie Cosechada (ha)	8 498.75	2 590.51	1 563.57	2 425.00	15 077.83
	Volumen Producción (t)	19 775.24	5 293.00	3 924.71	2 800.75	31 793.70
	Rendimiento (t ha <sup>-1</sup> )	2.32	2.04	2.51	1.15	2.01*
2010	Superficie Sembrada (ha)	9 772.75	4 299.69	5 240.85	2 520.00	21 833.29
	Superficie Cosechada (ha)	9 198.75	2 593.50	1 611.74	2 462.00	15 865.99
	Volumen Producción (t)	20 347.04	5 389.00	3 869.72	2 491.71	32 097.47
	Rendimiento (t ha <sup>-1</sup> )	2.21	2.07	2.40	1.01	2.02*
2011	Superficie Sembrada (ha)	11 833.25	4 252.56	5 441.15	2 830.00	24 356.96
	Superficie Cosechada (ha)	9 126.75	2 959.56	2 738.89	2 470.00	17 295.20
	Volumen Producción (t)	21 685.02	7 544.53	6 067.55	2 873.63	38 170.73
	Rendimiento (t ha <sup>-1</sup> )	2.38	2.55	2.22	1.16	2.08*

\*Valores Promedio.

Fuente: SAGARPA-SIAP (2012).

Cuadro 6.

Superficie de hule en desarrollo, en producción y producción estimada, 2012

Estado	2012			
	Superficie en desarrollo (ha)	Superficie en Producción (ha)	Superficie total (ha)	Producción estimada hule (t)
Chiapas	3 643	3 579	7 222	3 663
Oaxaca	0	2 575	2 575	2 636
Tabasco	3 320	3 848	7 168	3 938
Veracruz	7 883	8 692	16 575	8 896
Jalisco	35	0	35	0
Total	14 881	18 694	33 575	19 133

Fuente: SAGARPA-SIAP (2012).

## 2.2 Regiones y municipios productoras de hule en México

Las regiones huleras se localizan en 42 municipios con 4 855 productores (Aguirre, 2013), actualmente se calculan 7 000 heveacultores, el productor promedio tiene 4.8 ha, la mayor superficie promedio se localiza en Chiapas (6.8 ha) y la menor en Oaxaca (2.8 ha). Existen dos empresas privadas que tienen cada una más de 2 500 ha, una cultiva en Palenque, Chiapas, y la otra en Tabasco y Veracruz (Cuadro 7 y Figura 4).

Cuadro 7.  
Regiones y municipios productoras de hule en México

Estado	Regiones	Municipios importantes
<i>Chiapas</i> (10 municipios)	Selva	Palenque Benemérito Pichucalco
<i>Oaxaca</i> (16 municipios)	Papaloapan	Tuxtepec Valle Nacional
<i>Tabasco</i> (4 municipios)	Jalapa Teapa	Macuspana Huimanguillo
<i>Veracruz</i> (12 municipios)	Uxpanapa Hidalgotitlan	Las Choapas Tezonapa Playa Vicente

Fuente: Aguirre (2013).

Figura 4.

Principales estados productores de hule en la República Mexicana



Fuente: Aguirre (2013).

### 2.3 Área potencial

A nivel nacional el área potencial para establecer plantaciones de hule en condiciones "óptimas" es de 350 562 ha; en 2012 se utilizó menos del 10%. Con potencial productivo "medio" hay 1 660 570 ha; las zonas con potencial productivo se encuentran en la Llanura Costera Sur del Golfo de México (INIFAP, 2012). A nivel estatal, Oaxaca sobresale con 11 988 ha, seguida de Veracruz con 11 229 ha.



actualmente en Malasia (22 de marzo de 2013) en US\$ 2.78/kg puesto en el puerto de Malasia (FOB), a este precio hay que agregar el 7% de los costos de traslado e internación a la industria hulera mexicana. Los importadores de hule seco son las compañías grandes, que se abastecen localmente de una pequeña cantidad como *stock* estratégico e importan para su procesamiento. La pequeña industria se abastece fundamentalmente con producto nacional. Los beneficios de hule se sostienen económicamente mediante la venta a la pequeña y mediana industria, dado que sus ventas a las grandes compañías se realizan considerando un paralelismo entre el mercado internacional y nacional.

México es el principal comprador del hule natural a Guatemala y en contraste el 30% de la producción mexicana de esta presentación se exporta en forma clandestina a ese país.

Durante el 2008, el Consejo de Hule de Chiapas dio a conocer que los productores chiapanecos realizaron su primera exportación, principalmente de la Región Selva, aportando el 30% de las 30 toneladas demandadas por diversas agroindustrias guatemaltecas, la satisfacción de los productores locales por esta primera exportación fue notoria y señalaron que existe una mejora en el precio del producto ya que en México se les paga el kilogramo de hule en coágulo a \$ 7.50 mientras que la empresa guatemalteca se los paga a \$ 9.50, es decir dos pesos más que en México, lo que constituye una ganancia adicional para los productores (Consejo de Hule de Chiapas, 2008).

## 2.5 Calidades y comercialización de hule en México

La calidad del hule en campo es fundamental para lograr una buena calidad en la agroindustria procesadora y la industria hulera, la calidad se inicia en campo y para esto debe efectuarse entre las organizaciones de productores una promoción intensa y permanente que incluso otorgue premios y castigos. Existe la exigencia de calidad cada vez más apremiante por clientes como: las industrias de automóviles y la farmacéutica. Los fabricantes exigen a sus proveedores garantías que vayan más allá de la simple hoja de especificaciones técnicas de un producto. Se trata de un compromiso del proveedor frente al cliente de entregar un producto de calidad garantizada, no teniendo el cliente, que efectuar en principio, la prueba

de control de calidad en la recepción. A este concepto se le llama "Calidad total" o de "seguridad de calidad" y constituye una práctica común en la industria competitiva e incluso ha sido codificado en la serie de normas ISO 2000.

La serie de normas ISO 2000 constituye un sistema que asegura la calidad, cuyo objetivo no se limita únicamente al producto terminado, sino que asegura que todas las operaciones de producción, desde su inicio hasta el final, están siempre bajo control. Una reflexión sobre este asunto se lleva actualmente a cabo en el seno de la International Rubber Research and Development Board (IRRDB) sobre la forma de cómo las sociedades de plantadores y las agroindustrias beneficiadoras de hule natural podrán responder a esta nueva e importante exigencia.

En México, en la región de Tezonapa, Veracruz, la organización de productores que asocia PClatez (Planta Comercializadora de Látex de Tezonapa, S.P.R. de R.L. de C.V.) tiene establecido acuerdos con sus asociados para que el abasto de hule coágulo a la Planta Beneficiadora tenga por lo menos 24 horas de reposo antes de su acopio hacia la empresa, esta medida permite escurrir los excedentes de agua, tal acción debe estar presente en un ambiente de limpieza y el hule coágulo debe encontrarse preferentemente en una tarima de madera que disponga de una hoja de plástico entre la madera y el coágulo que evite astillas en el hule por manejo. Este es un ejemplo de principios de búsqueda de calidad unido a mejorar rendimientos en la agroindustria en beneficio de productores y la industria que mancomunen esfuerzos para un solo beneficio el principio de ganar-ganar (todos ganan).

El manejo del hule natural en el aspecto limpieza implica no solo una cuestión de calidad sino incluso de seguridad en la industria hulera, un ejemplo de esta afirmación la indicaba un empresario de la industria llantera resaltando la dificultad que representa la presencia de una astilla de madera en la fabricación de un neumático o el mismo ejemplo para la industria de globos, cámaras o guantes de cirugía.

Para concluir, se debe comentar que el quesillo, la greña, el coágulo y el látex no deben estar expuestos a la luz, al agua, a la tierra ni a otro contaminante (humo o cenizas de cocina) que degrade su calidad de materia prima de campo ya que esto redundaría en el precio que puede alcanzar el producto.

La Secretaría de Comercio y Fomento Industrial (SECOFI) y la Secretaría de Economía (SE) elaboraron la norma de calidad “Hules Naturales de Hevea brasiliensis” NMX-T-007-1999, cuyo objetivo es establecer las normas sobre especificaciones de las características de los hules naturales (forma sólida) que se producen en el país, obtenidos de la explotación de los árboles del Hevea

Las especificaciones de calidad, así como el marcado, etiquetado y embalaje del producto final descritos en la anterior norma son aplicables en México; sin embargo, refiriéndose al látex (forma líquida) no existe ninguna norma oficial que regule la compra y venta entre productores y beneficiadores.

A nivel internacional se dispone de formas de contratos internacionales (International Contract) adoptados por The Rubber Trade Association of London que fueron aprobados en su reunión en Ottawa el 24 de Septiembre de 1971, donde se aceptan generalmente dos convenios o acuerdos, uno para “Hule Técnicamente Especificado” (Technically Specified Rubbers) confirmado el 1 de abril de 1980 y otro para Látex (Hevea Brasiliensis Preserved Rubber Latex in Drums) confirmado el 1 de enero de 1992, en los dos contratos internacionales además de los acuerdos comerciales entre comprador y vendedor se indican las normas de calidad internacionalmente aceptadas y que coinciden con las vigentes de México (NMX-T-007-SCFI-2000<sup>1</sup>).

La comercialización es a la vez un conjunto de actividades realizadas por organizaciones sociales o privadas en dos planos micro y macro, el primero observa a los clientes y a las actividades de las organizaciones individuales que los sirven. El segundo considera ampliamente todo el sistema de producción y distribución.

Los productores de hule realizan generalmente la micro comercialización, ya que venden su producto a pequeñas y medianas beneficiadoras de hule natural, las cuales las transforman en una presentación primaria (laminado, granulado o como látex centrifugado) y después lo venden a grandes industrias llanteras, químicas y farmacéuticas, entre otras.

---

<sup>1</sup> Para mayor información se recomienda consultar la “Norma” en la página de la Secretaría de Economía que es [www.economia.gob.mx / normasmx / consulta.nmx /](http://www.economia.gob.mx/normasmx/consulta.nmx/) Búsqueda por producto HULE / NMX-T-007 SCFI – 2000

Todo empresario del hule debe elaborar algún método para decidir qué y cuánto debe producirse y distribuirse y por quién, cuánto y para quién. La manera de tomar esas decisiones puede variar de uno a otro, pero los objetivos generales son básicamente similares: crear bienes y servicios y ponerlos al alcance en el momento y en el lugar donde se necesitan, con el fin de mantener o mejorar el nivel de vida de cada empresa.

En una economía de mercado, las decisiones individuales de los productores y consumidores forman las macro decisiones para toda la economía. Los consumidores deciden qué se debe producir y quién lo debe hacer, a través de sus votos en dinero.

Este tipo de comercialización no puede ser desarrollado en el sistema del hule natural, ya que por desgracia, México no es autosuficiente en este rubro, por lo cual recurre a las importaciones para satisfacer la demanda interna.

La comercialización en el campo hulero se da mediante la participación de agroindustrias e intermediarios, y se observa gran actividad especialmente en los compradores de los beneficios para alcanzar el "punto de equilibrio" de las empresas, los intermediarios están bien identificados en el campo y sus compras son colocadas en las agroindustrias cercanas obteniendo un diferencial entre el precio de compra en campo y el ofrecido en la agroindustria, recientemente los intermediarios están comprando hule coágulo para exportarlo a Guatemala, e incluso los intermediarios han logrado acuerdos con empresas beneficiadoras de hule para maquilar el hule coágulo que compraron en campo y venderlo posteriormente como hule granulado con un buen beneficio económico por el valor agregado obtenido.

En México, como en el resto del mundo, la mayoría de los productores de hule son pequeños productores o ejidatarios (para el caso de México) con superficies promedio por productor de 3.5 ha, solamente en Chiapas y Tabasco existen dos empresas privadas con plantaciones comerciales "Plantaciones de Hule de Palenque" y "Forestales Mexicanos" la primera con 1 800 ha y la segunda con 2 500 ha que actualmente están explotando sus plantaciones; en la Región de Las Choapas, Veracruz, existen otros plantadores con importantes superficies plantadas y agrupados en asociaciones de productores que buscan el manejo empresarial con economías de escala y el proceso de sus producciones en agroindustrias donde

están asociados. La relación entre pequeños productores y empresas es buena y comparten en muchos casos los mismos problemas, por lo que unidos se enriquecen con opiniones y propuestas de solución. En las reuniones o sesiones de los Consejos Estatales o del Comité Nacional Sistema Producto Hule (CNSPH) se tiene presencia y participación de ambas partes.

### **3. Principios para el establecimiento de las plantaciones**

#### **3.1 Requerimientos ambientales**

El árbol del hule es una planta tropical de rápido crecimiento que prospera en una gran diversidad de ambientes; sin embargo, requiere una serie de condiciones ecológicas ideales para lograr su desarrollo y rendimiento óptimo (Picón, 1999).

De acuerdo con Cruz, Gómez, Obando, Martínez y Muñoz (1993) y Aguirre (1997), las principales condiciones ecológicas requeridas para el establecimiento del cultivo de hule deben ser las siguientes:

##### *3.1.1 Ubicación geográfica*

El hule es cultivado en la región ecuatorial entre los 10° latitud norte y sur, con mayor producción entre los 6° latitud norte y sur. Sin embargo, muchos países productores de hule están geográficamente fuera de la región ecuatorial y han venido estableciendo plantaciones de hule como son los casos de Bangladesh que tiene plantaciones entre los 20° y 24° latitud norte y en Brasil con plantaciones que están entre los 20° y 21° latitud sur. En México, en los estados de Chiapas, Oaxaca, Tabasco y Veracruz; se dispone de importantes áreas con suelos y climas propios para el desarrollo del hule.

##### *3.1.2 Temperatura*

La temperatura media anual recomendada para el cultivo del hule es de 28 °C, considerando la temperatura óptima entre 26 y 30 °C, las temperaturas mayores a los 30 °C (media anual) se consideran desfavorables para el cultivo (Cuadro 8).

Las temperaturas muy bajas afectan al crecimiento y el rendimiento del hule; en ocasiones coinciden con una baja en la precipitación. Al mismo tiempo los árboles entran en reposo a principios de febrero (Rojo, Martínez y Jasso, 2011). El árbol puede crecer en regiones más frescas que las recomendadas, pero su crecimiento será más lento y menor su rendimiento de látex. Aun así, muchos clones disminuyen su rendimiento debido a las bajas temperaturas (Picón, 1997).

Cuadro 8.  
Influencia de la temperatura sobre el cultivo del hule

Temperatura media (°C)	La temperatura media sobre el desarrollo y la producción
26° - 27°	Los árboles se desarrollan exuberantemente
20° - 30°	Favorable para el desarrollo y flujo de látex
18°	Temperatura crítica para el desarrollo
15°	Temperatura crítica para la diferenciación de tejidos

Fuente: Aguirre (1997) y Rojo *et al.* (2011).

Cuadro 9.  
Influencia de la temperatura en el desarrollo fisiológico del cultivo del hule

Temperatura (°C)	Influencia sobre el desarrollo
40°	La tasa de transpiración excede la fotosintética, dando lugar a retraso en el desarrollo, además de chamuscarse las hojas jóvenes
27° - 30°	Rango óptimo para la fotosíntesis
22° - 28°	Favorable para el flujo del látex
<18° o >28°	Descenso de la producción
18°	Las células se dividen normalmente para mantener el crecimiento y desarrollo del árbol
10°	La mitosis en células puede efectuarse pero la fotosíntesis se afecta debajo de este punto
< 5°	Inician daños por frío
< 0°	Severos daños por frío

Fuente: Aguirre (1997) y Rojo *et al.* (2011).

### 3.1.3 Precipitación

Una precipitación pluvial anual de 2 000 a 4 000 mm se considera adecuada siempre y cuando se encuentre bien distribuida a través de los meses del año, ya que si la precipitación se mantiene por debajo de los 100 mm mensuales durante más de cinco meses, el cultivo sufre un retraso de más o menos dos años para poder iniciar su explotación. Los lugares con más de cuatro meses de sequía continuos deben considerarse marginales para este cultivo y probablemente no deberán utilizarse (Cruz *et al.*, 1993).

### 3.1.4 Vientos

Se recomienda no establecer plantaciones en lugares donde predominan vientos fuertes o sujetos a huracanes, ya que los árboles de hule poseen una madera muy blanda que hace que se quiebren sus ramas y troncos fácilmente. Aquellas regiones en donde incidan vientos con velocidades mayores de 90 km/h deben descartarse para fines de producción (Cruz *et al.*, 1993).

### 3.1.5 Suelos

Esto incluye latitud, topografía, profundidad y características físico-químicas del suelo y deben presentar las siguientes características (Compagnon, 1998):

- a) Altitud. La altitud óptima es de 400 msnm y se debe considerar que por cada 100 m el periodo de inmadurez puede extenderse por seis meses.
- b) Topografía. Al escoger los terrenos para la plantación, es aconsejable evitar las pendientes pronunciadas, prefiriendo los terrenos casi planos o ligeramente ondulados con una pendiente mínima. Deben evitarse los terrenos quebrados. Los terrenos con pendiente son menos fértiles que los planos, y son más afectados por la erosión, en ellos la explotación de los árboles es más difícil y costosa.

En terrenos con poca pendiente es posible usar maquinaria para controlar la maleza, aplicar fungicidas, insecticidas y fertilizante, abrir caminos y transportar materiales, lo que a menudo repercute en ahorros significativos. La pendiente óptima es de 0 a 12%, una pendiente entre 12 y 20% se considera como media y mayor a 20% resulta mala. Cabe hacer mención que en múltiples países se realiza el cultivo

en lomas con uso de terrazas y curvas de nivel con magníficos resultados pero con altos costos, ver fotografía siguiente (Webster y Baulkwill, 1989; Aguirre, 1997).

Fotografía 2.

Curvas de nivel o terrazas para el hule natural



Fuente: Aguirre (2013).

Los terrenos ligeramente inclinados tienen algunas ventajas como la ventilación. El aire circula adecuadamente permitiendo el secado de los paneles de pica y del follaje, originando así un ambiente menos propicio para el desarrollo de los hongos que causan enfermedades. En recodos encerrados las neblinas nocturnas frecuentemente permanecen muchas horas después de haberse disipado en los lugares abiertos ventilados de las plantaciones y es fácil notar en casi todos los casos una mayor incidencia y severidad de enfermedades entre los árboles ubicados en sitios desfavorables.

- c) *Profundidad y drenaje.* El árbol del hule requiere de suelos profundos de uno a dos m, para un anclaje firme, pero que no estén más de 50 cm en las partes bajas que se inundan durante la temporada de lluvias o donde aflore el manto freático, tampoco que se encuentren a la orilla de ríos que cambien constantemente de curso o se desborden.

- d) *Características físicas y químicas.* Este cultivo prospera bajo los diferentes suelos ácidos existentes en el trópico húmedo, aunque su mayor desarrollo lo obtiene en suelos de textura franca, migajón arcillo-arenoso, preferentemente suelos ácidos con un pH de 4 a 5.9, siendo el pH óptimo de 4.0 a 5.5, los suelos aptos son principalmente los ferrosoles y los vertisoles, y en segundo término los planosoles (Webster y Baulkwill, 1989; Rojo *et al.*, 2011).

### 3.2 Propagación de plantas de hule

El hule se propaga de dos maneras:

- I. *Por la vía generativa:* la propagación se realiza a partir de semillas, considerándose como el método de reproducción natural. Este método es utilizado en casos particulares en ciertos países del extremo oriente que disponen de semillas con un valor probado. La técnica o método empleado tiene la desventaja de ser más rústico, pero en general no se alcanzan los mismos niveles de producción que con los arboles injertados (clonados) (Sherpherd, 1969).
- II. *Por vía vegetativa:* este es el método de reproducción utilizado a gran escala para el establecimiento de plantaciones. En la práctica, por multiplicación vegetativa se entiende exclusivamente el método de injertación en escudete. También se puede mencionar la multiplicación por estaca, sin embargo, por el momento sus resultados no han sido excelentes (Sherpherd, 1969).

Dado que las semillas de hule pierden su poder de germinación en algunas semanas, es importante recolectarlas y ponerlas a germinar tan pronto como sea posible después de que hayan caído.

### 3.3 Etapas del sistema de producción del cultivo del hule

#### 3.3.1 Establecimiento de jardines clónales de multiplicación

El jardín de multiplicación es el lugar en donde se reproduce el material vegetativo clonal recomendado por el INIFAP (llamadas yemas que se localizan en una vareta, ver Fotografía 3) y que servirá a los viveros para injertar éste en las plantas que

están reproduciendo (se les llama planta porta injerto) y se obtiene planta clonal de alta calidad genética que reproduce las características del clon escogido mostrando, entre otras, una alta productividad, precocidad en el desarrollo de las plantas y resistencia a plagas y enfermedades. Es recomendable contar con la verificación o la certificación de la calidad genética mediante electroforesis que da certeza que los recursos económicos, así como el tiempo invertido, darán los resultados esperados (comprobados por el INIFAP).

Fotografía 3.

Establecimiento de plantas productoras de varetas en el jardín clonal



Fuente: Aguirre (2013).

En resumen, un jardín de multiplicación es un vivero, cuyo objetivo es multiplicar el número de varetas porta yemas de la mejor calidad, para usarse en la injertación de las plantas de pie franco de los viveros. La finalidad principal de estos jardines es la multiplicación de clones seleccionados (que ha liberado el INIFAP) por su alto rendimiento hulfífero, precocidad y resistencia a enfermedades, estos clones contienen un valioso “cargamento” genético que obliga al viverista a adoptar un especial cuidado en la pureza y calidad del material vegetativo que se

multiplica. El material vegetativo (yemas) está contenido en la vareta portayemas o madera de injertación, este es un pedazo de tallo cortado en los jardines de multiplicación de yemas, y estas son apropiadas para la injertación.

#### **i. Localización del terreno**

Preferentemente se establecerá el jardín de multiplicación en terrenos de textura franca, con pendientes no mayores al 10 % y no inundables. Ubicado geográficamente en el centro promotor de viveros actuales y futuros, conforme a las expectativas de desarrollo.

- Con buena accesibilidad para vehículos durante todo el año.
- Cercano a una fuente permanente de agua y contar con sistema de riego.
- Cercano a poblaciones, para asegurar la disponibilidad de mano de obra.
- Considerando que el periodo útil del jardín es de hasta 10 años resulta imprescindible que el predio donde se establezca sea propiedad de algún productor de la organización o institución participante.

#### **ii. Preparación del terreno**

En virtud de que el objeto primordial del jardín de multiplicación es la producción de varetas portayemas, es importante contar con una buena preparación del terreno, por lo que se prevén como mínimo las siguientes labores (ver Fotografía 9):

- Limpia y destronque.
- Barbecho y rastreo doble.
- Trazo y balizado, con dimensiones que varían entre 1 m x 0.5 m hasta 1 x 1 m.
- Melgas de 45 m x 21 m.
- Calles centrales de 4 m de ancho.
- Calles secundarias y perimetrales de 3 m de ancho.
- Distancia entre línea y planta de 1 m x 0.75 m.
- Cada melga tiene 22 líneas y 61 plantas por línea.
- Cada melga tiene 1.34 plantas.
- Cada hectárea tiene 8 melgas.
- Cada hectárea tiene 1 073 plantas (este resultado se obtiene basado en una distribución de 1 m x 0.75 m).

- Apertura de cepas (ahoyadura): si se utiliza material en bolsa se requerirá una cepa con diámetro superior en 5 cm comparado con el tamaño de la bolsa, así como una profundidad equivalente al tamaño de la misma.

De utilizarse tocón, se requerirá de una cepa de 0.30 m x 0.30 m con una profundidad de 0.50 m. Es recomendable la separación de tierra superficial por su contenido de materia orgánica.

- Establecer un cerco perimetral con cuatro hilos de alambre de púas.
- Cada melga debe estar plenamente identificada con el nombre del clon que se está multiplicando y por ningún motivo debe haber más de un clon por melga.
- Es recomendable establecer un bloque de cemento con la identificación del clon que se trate, la fecha de establecimiento del jardín de multiplicación será hasta el 15 de septiembre, si se utiliza tocón o bien hasta el 30 de octubre si se dispone de material en bolsa.

Fotografía 4.

Jardín clonal de multiplicación



Fuente: Aguirre (2013).

### iii. Trasplante

En el caso de tocón, la placa del injerto deberá orientarse hacia la dirección de los vientos dominantes, rellenando en principio con tierra de mayor contenido de materia orgánica y apisonando firmemente. Si se dispone de material en bolsa se recomienda efectuar un corte transversal a dos cm del fondo de la bolsa y posteriormente en forma longitudinal para retirarla completamente. Esta actividad se realizará a la orilla de la cepa.

El cepellón se colocará orientando el brote clonal hacia la dirección de los vientos dominantes. Posteriormente se rellenará con la tierra de mayor contenido de materia orgánica.

### iv. Podas

En los jardines de multiplicación se deben practicar tres tipos de poda: brotación, formación y rejuvenecimiento cuyas características principales son:

- *Brotación*: Consiste en la eliminación de brotes de pie franco para garantizar únicamente brotes clonales.
- *Formación*: Consiste en la eliminación de brotes clonales y control de los mismos para la obtención de varetas vigorosas y bien formada en equilibrio de espacios entre ramas.
- *Rejuvenecimiento*: Consiste en la eliminación de varetas viejas, recortándolas a la menor altura posible, siempre y cuando se garantice la brotación de yemas clonales con el propósito de obtener varetas vigorosas y de fácil despegue de corteza.

Para el caso de tocón, se eliminan todos los brotes de pie franco, para el caso de material en bolsa, se practica únicamente poda de formación. Es importante mantener un jardín de multiplicación libre de enfermedades, ya que de no ser así, se tendría un efecto multiplicador en las plantaciones que se establecerán.

### v. Control de malezas

Es importante considerar la permanente limpieza del terreno destinado al jardín de multiplicación en principios con métodos manuales y posteriormente al aparecer la corteza café en las plantas del jardín (señal de desarrollo), se puede utilizar el control químico a las malezas.

#### vi. Control de plagas

Entre las plagas más representativas del hule en el país encontramos a la tuza, el grillo, el gusano de cuerno y la hormiga. Para combatir la tuza, se recomienda que desde la preparación del terreno (barbecho), se aplique el fósforo de aluminio y combinarlo con el trampeo. Para las otras plagas, se recomienda el uso de productos comerciales cuyo ingrediente activo sea Parathion metílico metómico.

#### vii. Prevención y control de enfermedades

Las enfermedades más comunes son: la mancha sudamericana de la hoja causada por *Mycrocyclus ulei* (Fotografía 5), otras enfermedades importantes son las causadas por *Colletotrichum* y *Phytophthora*. Es recomendable la aplicación de productos comerciales cuyo ingrediente activo sea Benomyl y Maneb.

Fotografía 5.

Mancha sudamericana de la hoja causada por *Microcycclus ulei*



Fuente: Aguirre (2013).

### viii. Fertilización

Se recomienda la aplicación del fertilizante en bandas de triple 17, por lo menos dos veces al año, durante los meses de octubre y febrero en dosis de 50 g planta<sup>-1</sup>.

La fertilización se recomienda cuando la mayoría de las plantas presente su último ciclo de hojas maduras, debiéndose adaptar al ritmo de la explotación del jardín de multiplicación; el nitrógeno se debe aplicar después del descope.

### ix. Preparación de la vareta

En el primer año de aprovechamiento (Cuadro 10) es recomendable, para cuando se trate de injerto en café y/o injerto en verde (yemas axiales de varetas verdes), de manera previa (15 días de anticipación), eliminar folíolos, dejando únicamente cinco cm de pecíolo adherido al tallo.

Esta actividad se debe realizar en forma gradual, dejando los dos últimos ciclos de hoja para garantizar el despegue; la última defoliación nunca debe efectuarse dentro del plazo de 25 días anteriores al aprovechamiento de la vareta.

Durante el segundo año (Cuadro 10), la preparación consiste en elegir la vareta, ya sea para injerto en verde o en verde-café. En el caso de injerto verde; se requiere recortar con 50 días de anticipación a su aprovechamiento. El recorte se efectúa a 1.20 m cuidando que este quede ocho cm arriba de la corona de yemas axiales, conservando únicamente de dos a cuatro brotes por tallo.

En el caso del aprovechamiento de la vareta verde-café, en general el número de estas que se aprovecha varía dependiendo del grosor de la vareta principal. La vareta empleada debe tener el mismo grosor que el patrón que recibirá la yema.

Cuadro 10.

Producción de yemas por hectárea de acuerdo al año de aprovechamiento

Año	En verde	Verde/ Café	Café
Año 1	-	90 000	135 000
Año 2	72 000	252 000	540 000
Año 3 a más	162 000	270 000	810 000

Fuente: Oeidrus Oaxaca (2007).

Bajo las premisas siguientes:

- 15% de fallas, es decir de 10 700 plantas se aprovechan 9 000 obteniéndose dos yemas por cada vareta verde.
- Se obtienen siete yemas por cada vareta verde/café.
- Se obtienen 30 yemas por cada vareta café.

### 3.3.2 Vivero en bolsa brotada

Dejando de lado los injertos efectuados sobre plantas obtenidas de semillas puestas directamente en campo, todos los demás métodos de plantaciones requieren necesariamente la creación de viveros (Gener, 1977).

Fotografía 6.

Vivero en bolsa



Fuente: Aguirre (2013).

### **i. Localización del terreno**

Los criterios para escoger el terreno para un vivero en bolsa son:

- Sustrato disponible a menos de 20 km, o a una distancia tal que la economía del proyecto lo permita. Preferentemente, este último se ubicará en el mismo lugar del vivero.
- Acceso todo el año en vehículo.
- Suelo profundo y permeable.
- Terreno no inundable.
- Cerca de una fuente abundante de agua. El riego será en todos los casos una condición para el éxito del vivero.
- Suelo plano o con menos de 5% de pendiente para evitar la erosión y facilitar drenaje natural.
- Cercano a un poblado o ciudad para disponer de mano de obra suficiente.
- Distancia mínima de 200 m de una hülera adulta de tal manera que se pueda evitar al máximo problemas de enfermedad de hoja.
- Cerca de la zona de siembra y de las colecciones clónales (jardines clonales de multiplicación).
- Es recomendable localizar los terrenos en los meses de enero a marzo.

### **ii. Preparación del terreno**

La preparación tiene por objetivo preparar el sustrato (si el propio terreno lo permite) y facilitar la realización de las zanjas.

Es necesaria una preparación correcta del suelo y ésta debe incluir:

- Una limpieza total de la parcela y la eliminación de todo resto antiguo de vegetación.
- Un barbecho hasta 20 cm de profundidad.
- Tres rastreos, dos de ellos en sentido perpendicular a la pendiente.
- Una aplicación de herbicida pre-emergente al menos 15 días antes de llenar las bolsas.
- Construcción de una cerca y de un paso del ganado en la puerta principal en caso de ser necesario.

### iii. Marcos de siembra y densidad

Existen numerosos marcos de siembra en un vivero. Sin duda alguna el objetivo a alcanzar será obtener plantas con un crecimiento vigoroso y obteniendo la mayor homogeneidad posible. Para lograr esto, es preciso poner las plantas jóvenes en iguales condiciones de competitividad. El arreglo topológico que tendrá el vivero es generalmente con melgas de líneas dobles de bolsas, con calles de 0.90 m.

Este marco permite una densidad teórica de alrededor de 100 000 plantas ha<sup>-1</sup>. Teniendo en cuenta los acondicionamientos necesarios (acceso, trabajos anti erosión, etcétera), que reduce cerca del 40% el número de plantas posibles, así se puede contar con 60 000 plantas ha<sup>-1</sup>.

Después de la eliminación selectiva efectuada en los porta injertos y después de la injertación (12%), quedarán por hectárea 48 000 plantas injertadas listas para ser plantadas. Se acepta que una hectárea de vivero de campo provea, en general, el material vegetal necesario para 96 hectáreas de plantación.

### iv. Riego

La posibilidad de instalar un dispositivo de riego es una de las ventajas de un vivero. Este dispositivo es usado particularmente en los países que presentan un periodo marcado de seca. Una red de atomizadores movibles permite una instalación de menor costo. Es necesario ajustar las necesidades en agua a 15 mm por riego, dos veces por semana, resultando en una aportación total del orden de 120 mm al mes para un mes sin lluvias (CMH, 2000).

### v. Semilleros

El semillero o almacigo, es el lugar donde se ponen a germinar las semillas para obtener las plántulas requeridas para instalar el vivero, deben proceder de semillas originadas por arboles clonales de crecimiento vigoroso y edad media.

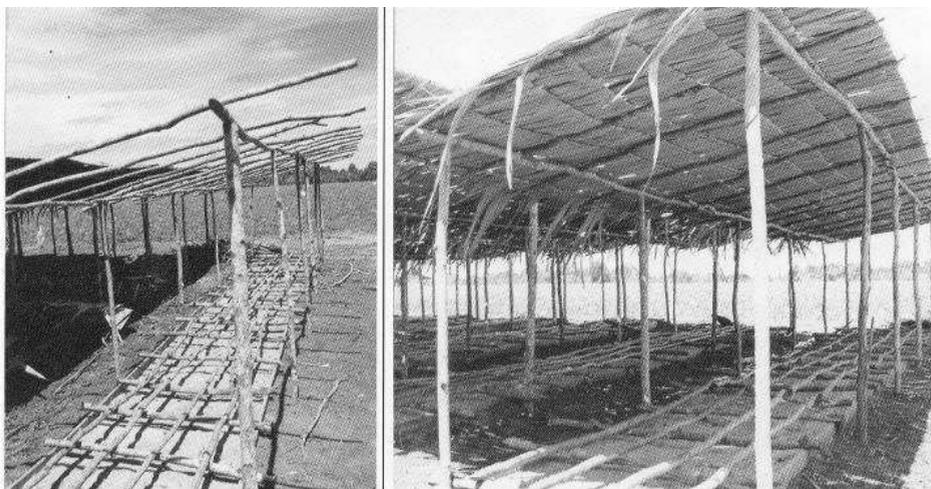
Los semilleros se deben construir en lugares sombreados como cobertizos o plantaciones adultas de hule (Fotografía 7), con dimensiones de 0.9 a 1.2 m de ancho y de 0.15 a 0.20 m de alto (1 x 0.20 m), por el largo que se requiera, considerando que son necesarios 54 m<sup>2</sup> para que germine la semilla suficiente para que se establezca una hectárea de vivero. En 1 m<sup>2</sup> de semillero caben 1 200 semillas aproximadamente.

En 1 m<sup>2</sup> de camellón, entran aproximadamente de 800 a 1 200 semillas, dependiendo del tamaño de la misma, de acuerdo al clon del árbol que las originó.

Los semilleros deben establecerse de ser posible en el mismo terreno donde se establecerá el vivero, cercano a una fuente de agua para poder regar; el suelo debe ser suelto, profundo y de preferencia arenoso, libre de piedras, troncos y raíces.

Fotografía 7.

Sombra para un semillero



Fuente: Aguirre (2013).

Los semilleros deben estar bajo la sombra natural de la selva alta, o las calles de las huleras adultas o en su defecto, se pondrá sombra artificial usando hoja de palma a una altura de 1.5 m sobre el suelo o una capa de zacatón (pasto seco) o de otro material que proteja las semillas del daño que les pueden ocasionar las gotas grandes de agua y la acción directa de los rayos del sol.

No debe haber amontonamiento de basura cerca de los semilleros para evitar que animales nocivos como ratas, ratones, lagartijas, entre otros se alojen allí.

#### vi. Recolección y selección de semillas

El origen y la calidad de la semilla a usar en los almácigos son de gran importancia para la obtención de plantas que servirán como patrones, en los cuales se injertarán yemas provenientes de clones de alto rendimiento. Los árboles madre, de donde se originan las semillas a usar, deben de ser de clones resistentes a enfermedades como "la enfermedad sudamericana de la hoja (*Microcyclus ulei*)", la recomendación es usar semillas de la serie IAN (873, 754 y 710) y PB<sup>2</sup> (5/51 y 5/63) y preferentemente de plantaciones de edad madura, siempre semillas monoclonales.

La recolección de la semilla se debe llevar a cabo inmediatamente después de la dehiscencia del fruto sin que transcurran más de cinco días después de haber abierto, esta recolección se efectúa en los meses de septiembre a noviembre.

La semilla para la siembra se escoge a mano según el brillo y peso de la misma, la semilla fresca de buena calidad se caracteriza por ser brillante y generalmente llega a pesar de 3 a 4.5 g aproximadamente. No conviene recolectar las semillas con más de cinco días de haber caído, ni almacenarla por un periodo mayor a cinco días, ya que a los 10 pierden rápidamente gran parte de su poder germinativo. Deben eliminarse la semilla agujerada, germinada, ligera o que haya perdido su aspecto brillante (Fotografía 8).

Una persona puede llegar a cosechar alrededor de 8 000 semillas al día, es decir entre 30 y 40 kg. Se considera que en un kilo existen 220 semillas aproximadamente. Éstas deben ser almacenadas a la sombra, al fresco y transportarlas preferentemente al último momento y en saco de yute.

Se recomienda programar la recolección de semilla de manera progresiva, en función de la programación del vivero y de la salida de planta prevista.

La experiencia indica:

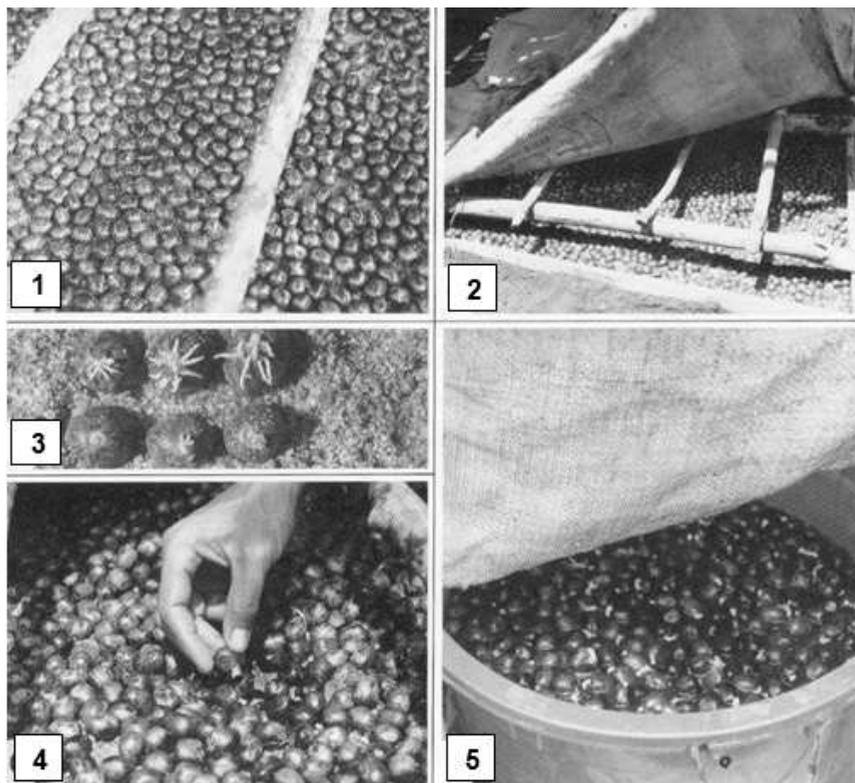
- Si se dispone de abundante semilla se hacen semilleros y se selecciona la más vigorosa, así se procede también cuando se duda de su calidad de germinación.
- Si se tiene poca semilla se puede realizar siembra directa sin germinar.

---

<sup>2</sup> Clones recomendados por el Inifap en su paquete tecnológico de hule (Ortiz, 2011).

Fotografía 8.

Preparación de semilla de hule para su germinación



Fuente: Aguirre (2013).

La época más apropiada para la siembra en los semilleros, es del 15 de septiembre al 15 de noviembre, época en la que se logra un gran porcentaje de germinación.

Una vez realizados los semilleros, se procede a colocar la semilla con la parte redondeada hacia arriba y la parte plana hacia abajo, presionándola ligeramente al nivel del camellón, con una separación de 0.5 cm entre cada una. Después se cubre con una capa delgada de tierra fina, arropándola con pasto seco para conservar la humedad y temperatura requerida, para favorecer la germinación.

### vii. Traslado de semillas germinadas al vivero

Con la siembra de la semilla se inicia el proceso de germinación (lo cual sucede de los 5 a los 10 días después de sembrado el almácigo), se llevan del semillero al vivero, en canastos o recipientes con agua hasta la mitad con una solución fungicida a base de 10 g de Benlate por litro de agua, el traslado debe realizarse con sumo cuidado para evitar que se lastime el pequeño brote de raíz, la cual debe medir 1 cm de longitud.

Después de cinco días de haberse sembrado la semilla hay que revisar los semilleros diariamente, en la fotografía siguiente se ilustra la forma cómo se inspeccionan los semilleros.

Terminada la aplicación de un riego, se trasplantan las semillas germinadas, colocándose (en la misma forma como estaban en el semillero), con la parte plana hacia abajo, en cada uno de los puntos marcados, presionando un poco para que tenga un buen contacto con el suelo y después se tapa con una ligera capa de suelo mullido (aproximadamente dos cm de suelo) esto es recomendable efectuarlo entre las 5 y las 10 de la mañana, y por la tarde después de las 16 horas evitando calor y luminosidad.

Cuando la semilla se saca de los semilleros con raíces desarrolladas (a este estado se le conoce como "Pata de Araña") y se planta en los viveros, se requiere una vigilancia más estricta para que sea sembrada normalmente, de lo contrario podría suceder que los plantadores rompan las raíces, las dejen mal sembradas, y con ello se obtienen raíces defectuosas y tallos múltiples, debido al brote de las yemas que se encuentran muy cerca de los cotiledones. Estos tallos múltiples ocasionaran un trabajo mayor en cuanto a deshijos.

### Trasplante para vivero a raíz desnuda (Tocón)

En algunos viveros se siembra la semilla en los viveros con el uso de una cuerda que amarrada a las estacas determinan el trazo, ello sirve de guía a un escantillón o marcador hecho de madera con picos (púas) colocados según la distancia de siembra. Este aparato va marcando dos líneas de hoyos en la cama que guía a los sembradores y así mantener la distancia adecuada.

Se sugiere evitar la siembra en viveros de plantas que hayan germinado después de 10 días de colocadas en el semillero. La cantidad de semillas necesarias para sembrar una hectárea de vivero es de 300 a 350 kg.

Fotografía 9.

Inspección de semilleros

48



Fuente: Aguirre (2013).

#### Trasplante para vivero en bolsa brotada

Por hectárea se necesitan inicialmente 600 000 semillas o su equivalente (2 700 kg); se escogen 400 000 semillas, y se colocan dos en cada bolsa, quedan otras 200 000 semillas seleccionadas que quedan a la salida de la cámara germinadora.

A los 10 días después de la siembra o trasplante, es necesario realizar la resiembra o replante con el fin de mantener una buena población, para lo cual, el

mismo día que se sembró el vivero, debe establecerse un pequeño semillero y posteriormente efectuar el replante.

#### viii. Mantenimiento en vivero

Para obtener porta injertos vigorosos y homogéneos, las plantas jóvenes se deben mantener en las mejores condiciones de desarrollo. Para esto, es necesario controlar la maleza, lo que se puede hacer manual o químicamente (antes de plantar), en cuyo caso el ahorro en mano de obra es muy importante (Compagnon, 1998).

Sin embargo, el problema de maleza se presenta principalmente durante los tres o cuatro meses después de la colocación de las semillas. Durante este periodo, la utilización de herbicidas se vuelve delicada dada la fragilidad de las plantas jóvenes. Es posible utilizar algunos herbicidas pre-emergentes, sin embargo se deben considerar las condiciones climatológicas y la composición del suelo; arenoso, arcilloso, etcétera (Compagnon, 1998).

El aclareo es importante realizarlo para tener una población homogénea en el vivero en cuanto a desarrollo y grosor del tallo, siendo necesario eliminar las plantas dominadas, raquílicas, trozadas, con doble tallo o alguna otra malformación, lo que se hará coincidir con las limpiezas y los ciclos de la planta, hasta el quinto ciclo de hojas (en este proceso, la población de plantas se abate en un 30%).

El objetivo del aclareo es dejar plantas vigorosas que sustenten un solo tallo para que crezcan robustas y estén aptas para ser injertadas a la brevedad posible.

#### ix. Control de las enfermedades de hojas

En algunos viveros se detectan enfermedades como *Microcyclus ulei* en estos casos se recomienda emplear patrones con clones tolerantes como IAN 873.

Los ataques importantes bloquean el crecimiento de las plantas jóvenes, comprometiendo así la calidad del material vegetal de las futuras plantaciones. Es necesario por lo tanto controlar el estado sanitario de los viveros por medio de pulverizaciones con los fungicidas apropiados, de preferencia con la ayuda de equipos motorizados (Picón, 1997).

Fotografía 10.  
Fumigación de un vivero con una bomba motorizada



Fuente: Aguirre (2013).

#### x. Protección contra los daños causados por animales e insectos

Generalmente el número de plantas crecidas en un vivero corresponde a las previsiones de requerimiento en material vegetal necesario para la realización de una superficie a plantar.

Es importante evitar las pérdidas que puedan causar los animales e insectos. Los daños más frecuentes son ocasionados por roedores (en semillas y plantas jóvenes) e insectos (como arácnidos, grillos, etcétera), la pulverización de insecticidas apropiados permite un buen control (Webster y Baulkwill, 1989).

#### xi. Fertilización

Para obtener viveros vigorosos y uniformes, es necesario implementar un programa de fertilización al suelo, principiando cuando ya esté formado el primer

ciclo de hojas para que el sistema radicular absorba las sales minerales. La mayoría de los viveros se instalan en terrenos que ya han sido cultivados por lo que su contenido de nutrientes es bajo. Por esta razón resulta necesaria la aplicación de fertilizantes, tanto al suelo como al follaje.

Los programas de fertilización utilizados en almácigos serán más eficientes si se basan en un análisis químico de los suelos; sin embargo, los que actualmente son utilizados, en su mayoría son programas de fertilización adoptados de experiencias de técnicos en las diferentes áreas del cultivo basados en N-P-K y fertilización foliar con elementos menores como Calcio, Boro, Magnesio, Azufre, Hierro, etcétera.

### 3.3.3 Vivero de material desarrollado

Este tipo de vivero es cada día más utilizado ya que presenta numerosas ventajas, entre ellas (CMH, 2002):

- La posibilidad de utilizar con mayores posibilidades de éxito plantas de un año, y en ocasiones más jóvenes.
- La posibilidad de extender el periodo de plantación a más de seis meses.

Sin embargo, hay ciertos inconvenientes que se deben subrayar, sobre todo las deformaciones del sistema radicular joven que originaran ciertos efectos irreversibles en este con consecuencias en el desarrollo de los árboles a largo plazo (Rojo *et al.*, 2011).

#### i. Selección del suelo

El éxito de un vivero en bolsas de polietileno está estrechamente vinculado con el tipo de material que rellenará las bolsas. En efecto, si estos son poco arcillosos (25% de arcilla como mínimo), los suelos serán desmenuzables y se pulverizarán en el momento del traslado del vivero al campo. En este caso las raíces se quebrarán, y el beneficio de este método será perdido (CMH, 2002).

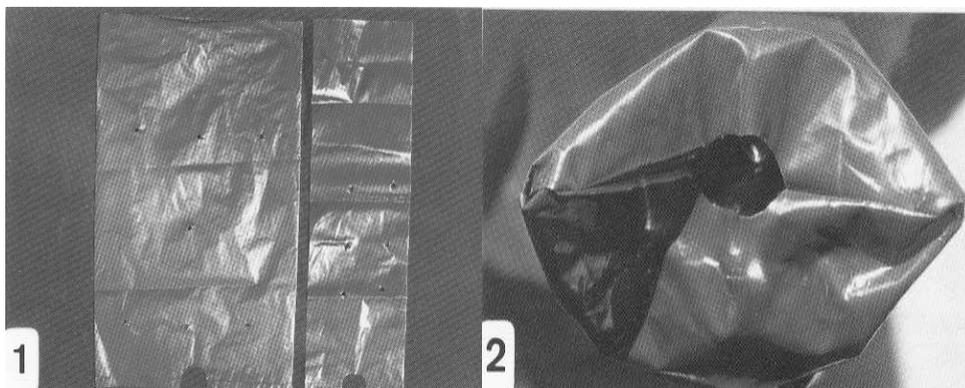
Por lo tanto, es necesario contar con suelos suficientemente arcillosos y planos para evitar cualquier trabajo de acondicionamiento que siempre será costoso, además debe estar cerca de una fuente de agua permanente. Las bolsas de polietileno con la planta llevadas a los terrenos de plantación pueden colocarse a lo largo de los caminos para poder ser regadas por camiones cisterna (Compagnon, 1998).

### ii. Preparación de las bolsas

Preferentemente las bolsas serán de color negro. Las dimensiones pueden variar siendo la mínima de 40 cm de alto, con un diámetro de 15 cm y un espesor de 8/100 (calibre 400). Al momento de llenar la bolsa, es necesario compactar bien el suelo. También es importante hacer hoyos en los costados de las bolsas hacia el fondo y efectuar uno más grande en el fondo (Fotografía 11), para permitir a la raíz pivotante de la planta joven el poder atravesar la bolsa sin dificultad.

Fotografía 11.

Bolsa perforada para el vivero



Fuente: Aguirre (2013).

### iii. Dispositivo y densidad

Las bolsas de polietileno se colocan en hileras dobles dejando 120 cm entre ellas. Este dispositivo permite tener una densidad teórica de alrededor de 110 000 bolsas. Considerando los acondicionamientos necesarios (caminos, trabajos anti erosión, etcétera), reduciendo un 20% el número de emplazamientos posibles, se obtendrá una densidad de 85 000 a 90 000 bolsas por hectárea de vivero. Según las condiciones, una hectárea de vivero puede abastecer el material vegetal necesario para la plantación de 60 a 70 hectáreas (Rojo *et al.*, 2011).

### 3.3.4 Injertación

#### i. Preparativos

Antes de iniciar los trabajos conviene capacitar a los injertadores de acuerdo a la cantidad de plantas disponibles, considerando que cada trabajador podrá realizar de 100 a 120 injertos diarios.

Deben conseguirse los siguientes materiales: navajas de injertar, piedras de afilar, plástico trasparente de 0.05 mm de grosor (calibre 200), plástico trasparente de 0.10 mm de grosor (calibre 400), fungicidas (Promyl 50<sup>+</sup>), cubetas de plástico y manta de algodón. Asimismo, el vivero debe estar libre de malezas para facilitar dicha práctica.

#### ii. Injerto en verde

El injerto en verde fue desarrollado por Hurov en 1960 (RRII, 2000). En este método el patrón y la varetas son muy jóvenes (verdes). Los patrones utilizados deberán tener entre tres y ocho meses de edad y con 0.5 a 1.3 cm de diámetro, a tres centímetros por encima del cuello de la raíz.

#### Preparación de varetas portayemas

Las varetas portayemas se preparan a partir de un jardín de multiplicación con brotes de un año de edad. Para obtener la mayor cantidad de varetas es recomendable que las plantas tengan de tres a cuatro tallos principales. Los tallos se cortan a la altura de 1.20 m, procurando que la poda quede cinco cm por encima de las cicatrices foliares formadas por un ciclo de hojas, en la porción del tallo llamada comúnmente "corona" (ver Fotografía 12).

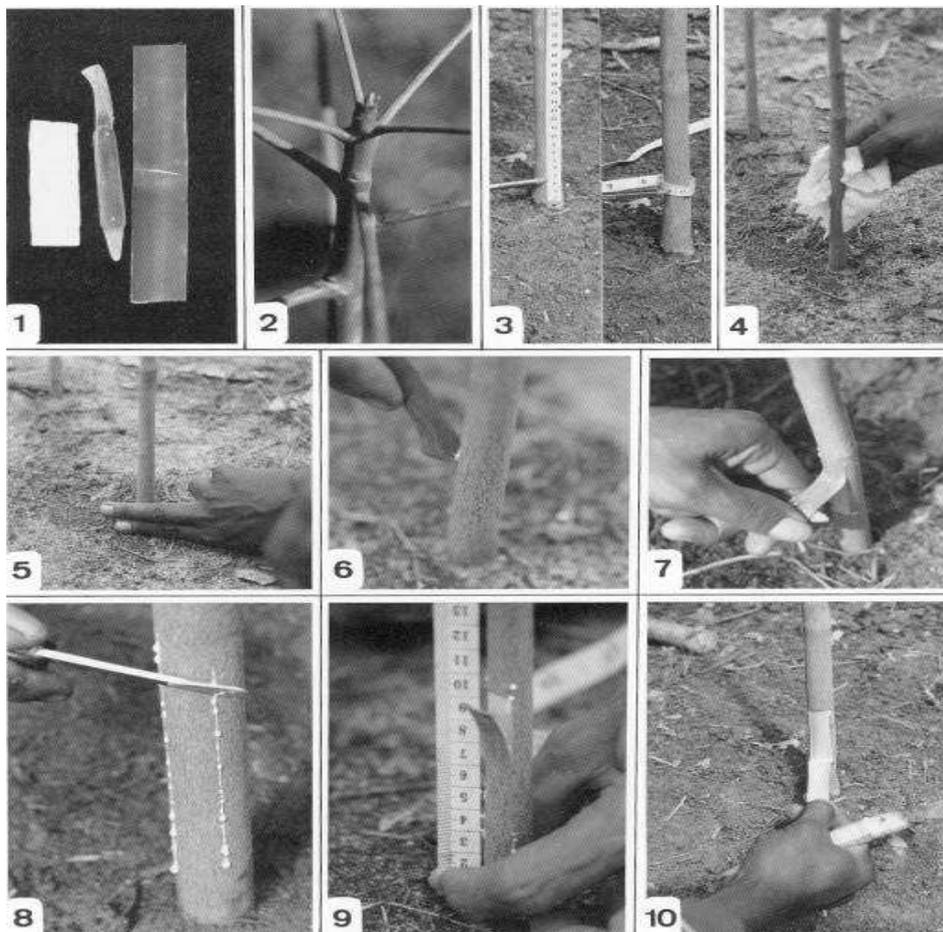
La poda del brote apical provoca la brotación de las yemas en la corona, de las cuales se seleccionan los tres a cinco brotes más desarrollados. Los brotes están listos para utilizarse después de ocho semanas, cuando ha madurado el primer ciclo foliar.

Las yemas utilizadas se presentan en la base de la varetas, tienen una pequeña hoja rudimentaria en su base y se les llama comúnmente "yemas de catafilo". Se obtienen de dos a tres yemas por varetas. Cuando escasea el material se pueden utilizar yemas de brotes de dos y hasta tres ciclos de hojas maduras. Las varetas

verdes presentan un buen despegue de la corteza, por lo que se pueden obtener altos porcentajes de prendimiento de los injertos.

Fotografía 12.

Procedimiento para la preparación de varetas portayemas



Fuente: Aguirre (2013).

### Preparación del portainjerto para su injerto

Cuando se va a injertar, la vareta debe cortarse en las primeras horas de la mañana, a partir de la unión con la vareta gruesa. Se le quitan todas las hojas para evitar que se deshidrate y se deposita en una cubeta de plástico con agua, cubriendo cinco cm de su base.

### Limpieza y desinfección de los patrones

El prendimiento de los injertos depende en gran medida de la limpieza con que se realicen los trabajos durante la injertación. Para lograr buenos prendimientos deberán seguirse las siguientes recomendaciones:

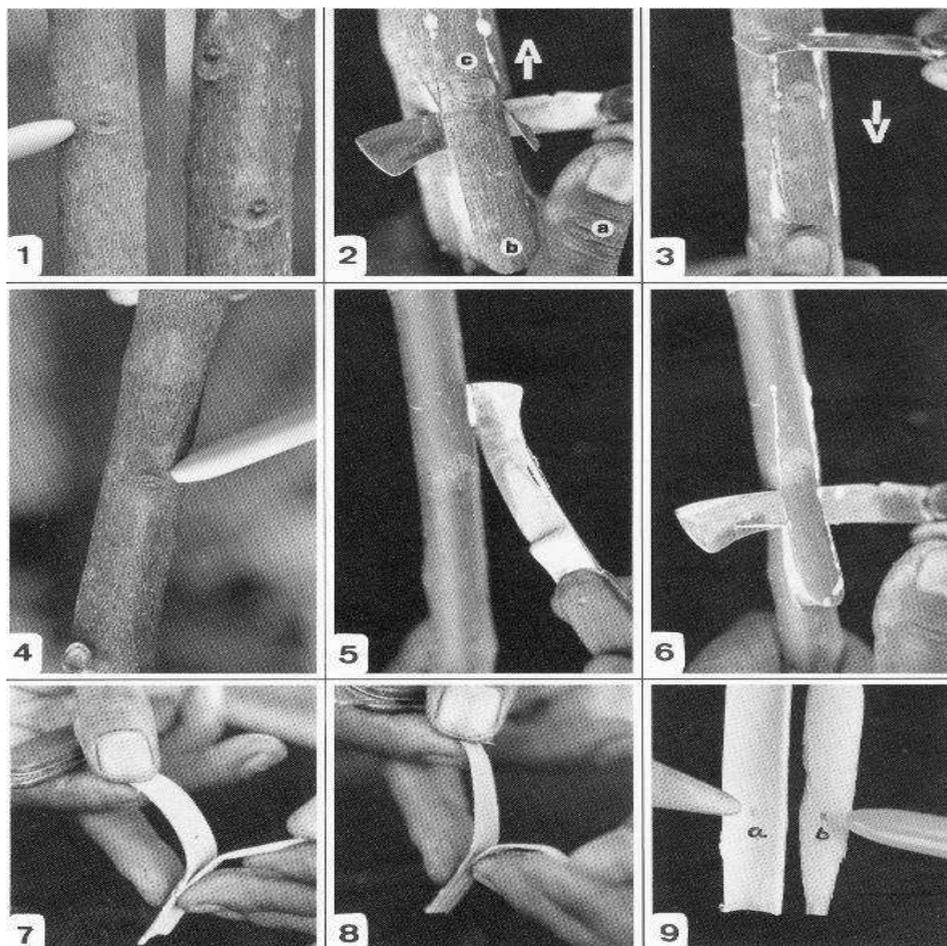
- No dejar tiradas las varetas en el piso.
- Afilar y limpiar bien las navajas de injertar.
- Cortar las vendas de polietileno a la medida y manejarlas con higiene.
- Los injertadores deberán lavarse las manos al iniciar la injertación.

### Injertación

Para realizar el injerto, primero se debe limpiar la base del patrón con un trapo limpio de algodón, humedecido con una solución de benomilo al 0.01% (2 gr por litro de agua del fungicida Promyl-50). Después hacer dos cortes verticales de seis cm de longitud, separados por una tercera parte de la circunferencia del tallo. Una vez realizados los cortes en 20 patrones, se extrae una placa con yema de la vareta portayemas con las mismas medidas de los cortes realizados en el patrón. La placa se extrae mediante un corte profundo, de tal forma que salga adherida a la corteza una delgada astilla de madera (Fotografía 13).

Cuando se tiene la placa en la mano, se hace un corte en el patrón que conecte los dos cortes verticales por la parte superior, para despegar la corteza hacia abajo (Fotografía 13). Después se retira con mucho cuidado la astilla de la madera pegada a la placa, sin dañar la yema. Cuando la placa está lista, se abre totalmente la corteza del patrón, separándola mediante un corte, dejando solo una pequeña lengüeta de un cm de longitud. La lengüeta ayuda a asegurar la placa antes de vendar.

Fotografía 13.  
Procedimiento de injerto



Fuente: Aguirre (2013).

La placa se coloca en la parte baja de la ventana del patrón, debajo de la lengüeta, y se asegura firme y uniformemente con una venda de polietileno de 30 cm

de longitud y 1.5 cm de ancho (grosor 0.05 mm, calibre 300). El vendado inicia en la lengüeta y las vueltas se van traslapando hasta la parte superior del injerto. Es importante amarrar con fuerza la parte superior para evitar que se pudra la placa por la penetración de agua.

Después de 18 a 20 días de efectuado el injerto se efectúa el destape, eliminando la venda de plástico. Si la placa conserva el color verde, el injerto está vivo y para identificarlo se le coloca la venda amarrada arriba del injerto, de lo contrario se desecha. A los 10 días del destape se revisan los injertos, si aún permanecen vivos, puede procederse a realizar el recorte del patrón. El recorte deberá efectuarse 15 a 20 cm arriba de la placa del injerto.

### iii. Injerto en café

La técnica del injerto en café en hule se desarrolló en 1916 en Indonesia por un horticultor llamado Van Helten en colaboración con dos productores de hule, llamados Boden y Tass (RRII, 2000). La primera publicación sobre este tema la hizo Bodde en 1918.

Para realizar la injertación los patrones deben estar vigorosos, sanos y con más de 1.6 cm de diámetro en el cuello de la raíz.

Las yemas se obtienen de las varetas cafés producidas por las plantas injertadas establecidas en los jardines de multiplicación. Se utilizan las yemas localizadas en las axilas foliares, una vez que caen las hojas. Las varetas deben cortarse cuando el último ciclo foliar de la planta está bien desarrollado, para favorecer el despegue de la corteza y altos porcentajes de prendimiento.

El grosor de las varetas portayemas debe ser igual al de la planta patrón, lo cual se logra al recortar los jardines de multiplicación cuando se establece el vivero. Se pueden hacer pruebas de despegue de la corteza, antes de cortar la vareta. El corte de la vareta debe realizarse con mucho cuidado para evitar magulladuras.

Las varetas deben cortarse de preferencia en las mañanas y utilizarse lo más pronto posible para evitar su deshidratación. Las varetas pueden cortarse a diferentes medidas, aunque generalmente se cortan a 1 m para facilitar su movilización.

Cuando se manejan diferentes clones debe tenerse especial cuidado en el etiquetado para su identificación. Para realizar adecuadamente este tipo de injerto,

el vivero debe tener suficiente humedad en el suelo para incrementar el flujo de savia en la planta y facilitar el despegue de la corteza.

La práctica de injertación consiste en lo siguiente:

- Las varetas portayemas y los patrones se desinfectan con Benomilo al 0.1% (2 g por litro de agua del fungicida Promyl 50®).
- El injerto se realiza en el tallo principal, a 5 cm del suelo; se efectúan dos cortes verticales de 8 a 10 cm de largo, separados 1.5 a 2.0 cm. Esta operación se realiza en 20 patrones, después se limpia el látex que fluye con un pedazo de trapo de algodón con la mezcla de fungicida utilizada en la desinfección de la vareta. Posteriormente se procede a injertarlos.
- Los cortes verticales se unen con un corte horizontal en la parte superior, formando una “ventana”. Se abre ligeramente la corteza del tallo.
- De la vareta portayemas, se selecciona la yema que se va a injertar. Con la navaja se separa una placa igual a la marcada en la ventana del patrón. Se hace un corte profundo en la vareta, de manera que una astilla de madera salga adherida a la corteza para proteger la yema.
- La astilla se separa de la corteza, con la punta de la navaja, cuidando de no dañar la yema, se abre totalmente la ventana del patrón y se introduce la placa entre la madera y la corteza. Se cubre con una cinta de plástico transparente de 2.5 cm de ancho y 60 cm de largo (grosor 0.08 a 0.1 mm, calibre 400), enrollando en espiral de abajo hacia arriba, procurando amarrar la parte superior firmemente, para evitar que el agua de lluvia penetre y la yema se pudra. Después de 20 días, se destapan los injertos, se retira la venda y la corteza que cubre la placa injertada. Se revisa el injerto (Fotografía 18), realizando una ligera raspadura con la navaja en una esquina de la placa. Si el injerto está vivo la planta se marca, amarrándole la venda a 0.60 m de altura y si el injerto está muerto se les puede volver a injertar por el lado opuesto. Las plantas objeto de más de dos intentos de injertación, sin tener éxito, deben descartarse.
- Se debe llevar un registro riguroso del proceso de injertación. La hoja de registro debe contener la siguiente información: Nombre del injertador, número de lote, número de melga, número de línea, fecha de injertación,

clon injertado, número de injertos realizados por día, número de injertos vivos, fecha del destape y fecha del recorte del patrón. Dicho registro es importante para programar la entrega de planta injertada a los productores, así como para realizar el pago de los trabajadores cuando se les paga por injerto prendido y para seleccionar a los mejores injertadores.

Fotografía 14.

Verificación del injerto prendido



Fuente: Aguirre (2013).

#### **iv. Ventajas del injerto**

La ventaja al practicar el injerto en café radica en que el material injertado puede permanecer en el vivero por más de 12 meses sin disminuir el porcentaje de prendimiento cuando se siembra en el lugar definitivo. Además, el abasto de yemas es más eficiente con este tipo de injerto.

En cuanto a las ventajas del injerto en verde se encuentran: mayor tiempo para realizarlo (febrero a junio), la planta puede utilizarse el mismo año, el arranque y el empaque del tocón es más rápido y económico y el terreno se puede utilizar en forma intensiva.

#### **v. Desventajas del injerto**

Una de las desventajas del injerto en café es que la planta no se utiliza en el mismo año, ello ocasiona gastos en el mantenimiento del vivero. El arranque y el empaque de los tocones es más laborioso, esto aumenta el costo de producción; mientras que el injerto en verde requiere de injertadores con mayor experiencia, además de la programación de las actividades, las cuales no deben tener errores para conseguir y utilizar el máximo número de yemas.

#### **vi. Eliminación de plantas con injertos no prendidos**

Deben eliminarse las plantas cuyo injerto no prendió después del segundo intento, ya que en caso de lograrse en un intento posterior las plantas tendrán tallos débiles y muy frágiles. Lo anterior es válido para los dos tipos de injertos.

#### *3.3.5 Establecimiento de plantaciones*

Para establecer y mantener en el terreno definitivo los materiales de plantación (tanto tocones a raíz desnuda como desarrollados en piso o en bolsas de polietileno), se requiere aplicar las prácticas de cultivo adecuado y oportunamente, el resultado serán plantaciones con desarrollo óptimo y con rendimientos aceptables desde el inicio de la producción (CMH, 2002). Para establecer con éxito la plantación en el lugar definitivo se requiere realizar las siguientes labores o actividades, se recomienda revisar el paquete tecnológico para el establecimiento y mantenimiento de plantaciones de hule elaborado por el INIFAP (Ortiz, 2011a):

### i. Preparación del terreno

La única labor que se recomienda para el establecimiento del hule, es la eliminación de la maleza o vegetación por el método más accesible para el productor.

### ii. Limpieza

Se recomienda la total eliminación de la vegetación existente (Fotografía 15). Si las condiciones topográficas lo permiten, esta labor se debe mecanizar. En el caso de terrenos quebrados, la maleza no se eliminara por completo (Rojo *et al.*, 2011).

Fotografía 15.

Limpieza del terreno



Fuente: Aguirre (2013).

### iii. Establecimiento de coberteras

La cobertera más usual es el Kudzú tropical cuyas ventajas se resumen en ser un fijador natural de nitrógeno, reduce la erosión y controla la maleza. El Kudzú se siembra por semilla o esqueje. Se distribuye a tres bolillo, conservando una

distancia de 2 m a la línea de plantación del hule. Es necesario conservar la cobertura sobre todo el primer año de plantación (Picón, 1997).

#### **iv. Trazo de la plantación**

Para el trazo de la plantación, el uso de equipo topográfico facilita esta labor, se deben tener estacas guías de dos m de altura colocadas en los extremos de los surcos según la distancia elegida. Luego se procede a limpiar, formando calles de dos m de ancho a lo largo de los surcos señalados por las estacas guías. Las estacas estarán unidas por una cinta o pita de 50 m de largo la que se marcará con los distanciamientos que se vayan a dejar entre las plantas, señalizando con una estaca pequeña (50 cm) en cada marca para su posterior ahoyadura.

En terrenos ondulados se trabajará con teodolito, clinómetro o caballetes, iniciando en la parte media de la pendiente para construir la curva de nivel madre y continuar según sea conveniente para el operador hacerlo hacia arriba o abajo de la pendiente. Se deberá cuidar en estos casos el manejo adecuado de los terrenos (Figura 6).

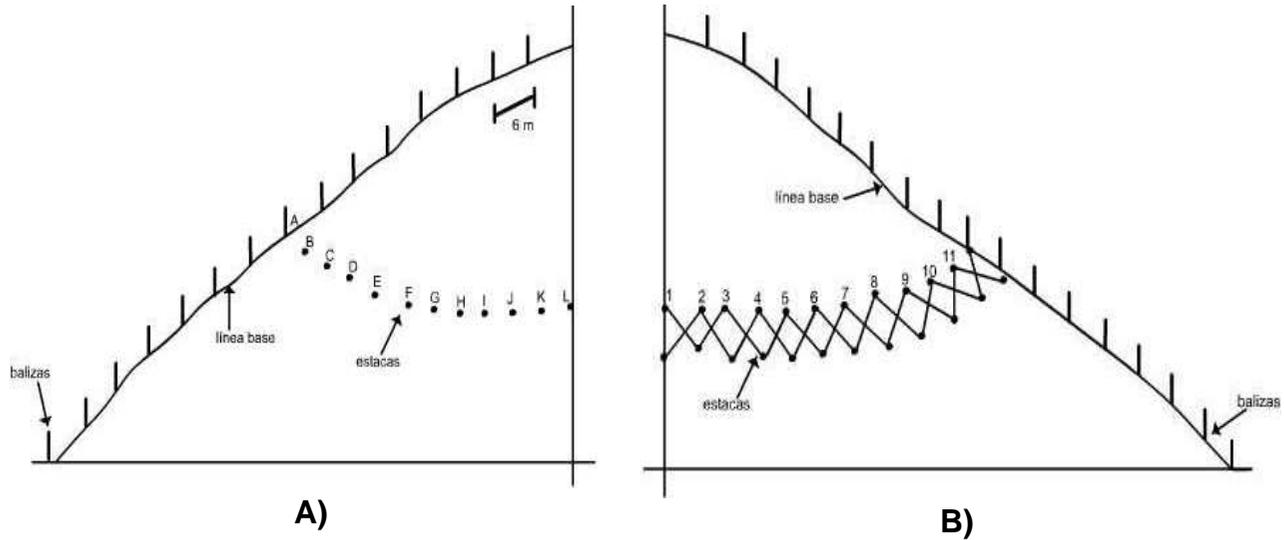
Con pendientes pronunciadas se debe considerar la construcción de terrazas y establecer barreras vivas o construir acequias (canal para conducir agua).

#### **v. Apertura de cepas (ahoyadura)**

Las ahoyaduras se hacen en los sitios señalados por cada estaca, se cavan hoyos con dimensiones de 40 x 40 cm de ancho por 55 cm de profundidad, son dimensiones mayores a los de las bolsas que contienen las plantas injertadas, con estas dimensiones el trabajador al momento de la plantación deberá desarrollar una compactación apropiada alrededor de la planta sin presionar la raíz. Esta labor se puede hacer de manera mecánica con una broca (barrenos) de 30 cm operada con tractor o manual usando una pala plana, "mapachas" o un cavahoyos (cavadores) (Ortiz, 2011; Aguirre, 2013).

Figura 6.

Trazo de la plantación en terreno quebrado vista desde dos puntos



: Vista lado derecho

Vista lado izquierdo

Fuente: Aguirre (2013).

Fotografía 16.

Tipo de apertura de cepas



a) Manual usando una pala plana

b) Mecánicamente con una broca operada con tractor

Fuente: Aguirre (2013).

#### vi. Época de siembra

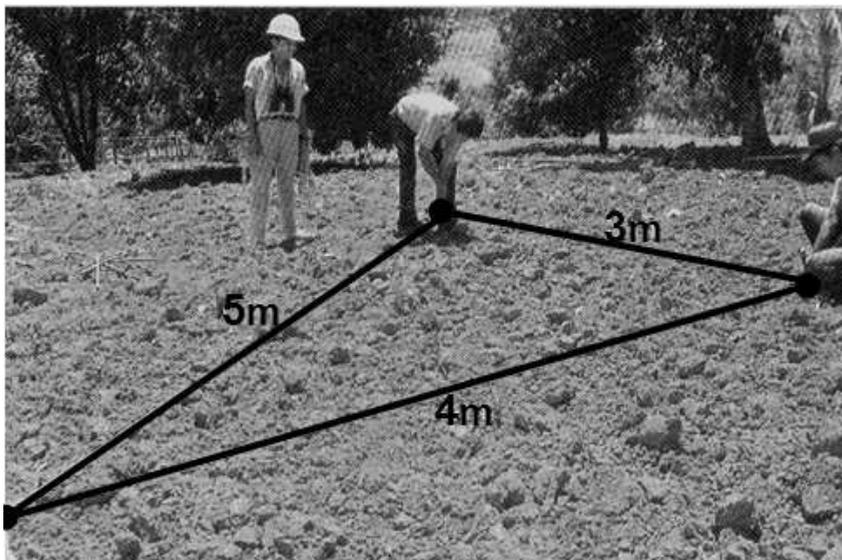
Deberá plantarse al principio de la estación de lluvias. Las plantaciones pueden establecerse hasta finales de la época de lluvias, siempre y cuando se utilice material avanzado, como plantas con tres ciclos de hojas maduras o tocones desarrollados (CMH, 2002).

#### vii. Densidad de plantación

La densidad de plantación recomendada por el INIFAP en su "Paquete Tecnológico" (Ortiz, 2011) es de 6 x 3.5 m con un arreglo en marco real resultando un densidad de 476 plantas ha<sup>-1</sup>, el distanciamiento de plantación de 6 x 3 m que permite 556 plantas ha<sup>-1</sup> es muy utilizado porque se considera que a lo largo de 35 años se tendrán pérdidas por factores naturales de los árboles en la plantación. El área recomendada es de 19 a 20 m<sup>2</sup> por planta y el distanciamiento entre plantas no deberá ser menor de 2.5 m, se considerarán estas distancias si se planea establecer cultivos intercalados o coberteras y el paso de maquinaria agrícola en superficies grandes. En la siguiente fotografía se ilustra una forma de alinear la plantación de hule.

Fotografía 17.

Practica topográfica para alinear la plantación de hule



Fuente: Aguirre (2013).

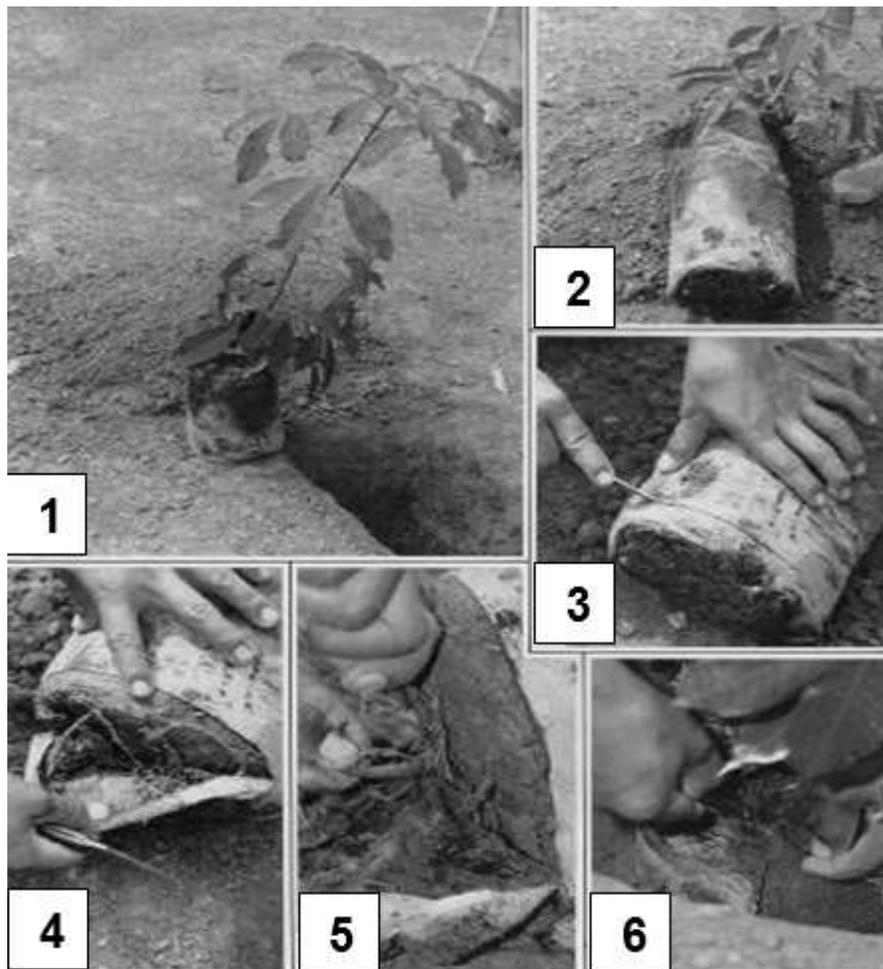
### viii. Trasplante (plantación)

De preferencia debe trasplantarse con: a) planta de dos ciclos de hojas maduras, b) tocón injertado a raíz desnuda, o c) tocón desarrollado. La época de trasplante la define la presencia de lluvias. La ahoyadura se hace de cinco a 20 días antes de trasplante.

El trasplante consiste en eliminar el fondo plástico de la bolsa, cortando con navaja o machete (aproximadamente dos cm), eliminar la raíz enroscada, luego colocar verticalmente la bolsa con la planta en el fondo de la ahoyadura y se llena el mismo con tierra a 1/3 de su capacidad, seguidamente se corta verticalmente la bolsa, extrayendo la parte que quedó enterrada y teniendo cuidado de que el pilón no pierda su estructura (Ortiz, 2011a) (Fotografía 18).

Fotografía 18.

Pasos a seguir para realizar el trasplante de hule



Fuente: Aguirre (2013).

En seguida se aprieta fuertemente la tierra con la que se ha llenado el hoyo con las manos o pies y repitiendo la compactación del suelo hasta su llenado y se

termina apretando la tierra con los pies girando alrededor de la planta fuera del área de pilón. Algunas personas aconsejan enterrar la unión del injerto con el patrón a una pulgada bajo la tierra y evitar la formación de la "pata de elefante", aunque se puede exponer a ataques de hongos o insectos si es muy tierno el injerto.

## 4. Principios para el manejo de las plantaciones

### 4.1 Control de plagas

En la fase de desarrollo del cultivo del hule se presenta una importante plaga que es la hormiga arriera (*Atta* sp) un insecto muy dañino durante esta fase, que para subsistir corta las hojas tiernas de hule; por lo que los cortes de hojas repetitivos pueden ocasionar la muerte de las plantas incluso de cuatro años de crecimiento. Los nidos deben ser ubicados de preferencia antes del trasplante (en la época seca) durante las primeras horas del día o de la noche (Alarcón, Arévalo, Díaz, Galindo y Rosero, 2012.)

Ortiz (2011b), menciona que la principal plaga en México es la tuza (*Geomys hispidus*) que provoca daños en la raíz ocasionando muerte de plantas; es un mamífero roedor que pasa su vida excavando galerías en el suelo que pueden alcanzar hasta 250 m de largo. Se alimenta de las raíces del hule, ya sea en el vivero o en plantaciones ocasionando su pérdida total debido a la muerte de los árboles, o a su caída por efecto de los vientos. Atacan preferentemente árboles de uno a tres años, se incrementa la presencia de este roedor cuando la hulera está rodeada por praderas, se dice que se alejan de la compactación de la tierra que provoca las pisadas del ganado menor y mayor, esto refiere a una plaga muy astuta que detecta veneno y trampas.

Es posible lograr controlar esta plaga mediante los siguientes métodos:

#### 4.1.1 Control químico

Se efectúa mediante la aplicación de 30 cm<sup>3</sup> de Bromuro de metilo (CH<sub>3</sub>Br) por galería, usando un aplicador especial. Otra forma de control, es mediante el uso de cebos envenenados, a partir de caña de azúcar o maíz tratado con Estricnina, Warfarina o sulfato de talio, los que se colocan en las entradas de las galerías.

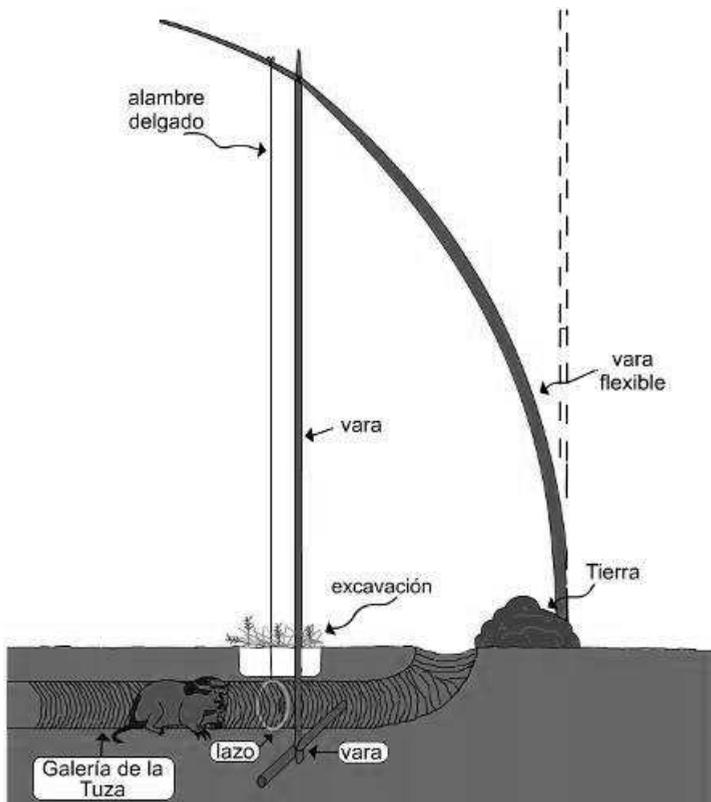
#### 4.1.2 Control mecánico

Consiste en localizar los montones de tierra húmeda y recién removida que deja el roedor en la entrada de sus galerías; procediendo a realizar una pequeña excavación que permita colocar un aro de alambre amarrado a un bejuco que obstruya su paso a través de él, este se asegurará a una vara flexible; así al intentar pasar en medio del aro el roedor cortará el bejuco y la rama se levantará atrapando a la tuza, tal como se puede apreciar en la figura siguiente.

68

Figura 7.

Trampa para el control de roedores



Fuente: Aguirre (2013).

El método manual requiere la colaboración de gente que persiga la tuza escarbando las galerías y siguiendo los caminos hasta matarla (se paga por roedor muerto), en ciertas regiones se come la tuza. Se recomienda no tener plantaciones de yuca cercanas a las huleras, debido a que resulta apetitosa para las mismas.

## 4.2 Control de enfermedades

En el trópico húmedo los problemas de tipo fungoso son variados aunque su daño depende de las condiciones agroclimáticas, para la etapa de desarrollo son de esencial importancia las enfermedades del follaje (*Microcyclus ulei*), del tallo (*Corticium salmonicolor*), de las ramas (*Colletotrichum gloeosporioides*) y de las raíces (*Rosellinia* sp) ellas causan los mayores problemas. Ortiz (2011) señala que una selección apropiada del clon, que tome como referencia las características de susceptibilidad a las enfermedades y a la zona donde será plantado, limitará los daños fitopatológicos.

En las plantaciones jóvenes son pocas las enfermedades que llegan a causar daños importantes. Se pueden mencionar casos de “muerte descendente” debido a hongos secundarios que penetran por la parte apical dañada en árboles de uno a dos años. En este caso, la solución es recortar el tronco 20 cm más abajo del frente necrótico y aplicar un fungicida de tipo Benlate (CMH, 2000).

## 4.3 Deshijes

En la etapa inicial del desarrollo de un injerto hay que tener especial cuidado con los hijos o brotes del patrón, esto es de suma importancia en el cuidado de los injertos de hule. Los hijos que brotan del patrón pueden desarrollarse sobre o bajo del injerto provocando de esta manera competencia al mismo dándose en algunos casos retraso en su crecimiento o la muerte del brote.

Inmediatamente después de que las plantas injertadas han sido trasplantadas en el campo, las yemas o brotes secundarios que en ellas se encuentran tienen una fuerte tendencia a desarrollarse. Así al examinar dichas plantas tres o cuatro semanas después de haberse plantado, se encontrarán brotes que se han desarrollado en el mismo injerto, estos deberán cortarse con una tijera de podar bien afilada para que no vuelvan a crecer, debe evitarse el utilizar navajas, ya que

se corre el riesgo de ocasionarle daño al eje central. Esta forma de deshijar sirve para estimular el desarrollo del brote central del injerto, que es el único que debe cuidarse en los primeros dos años de desarrollo del cultivo.

Durante el primer año de desarrollo de la plantación, deben realizarse al menos tres rondas de deshijes para favorecer el desarrollo vertical del injerto. Los deshijes implementados oportunamente limitan más adelante los trabajos de podas en el tallo de injerto, de no ser así deberá cortar todas las ramas laterales tan pronto como aparecen. Esta operación se practica a una altura entre 2.80 y 3 m sobre el nivel del suelo.

Los deshijes frecuentes en los primeros años significan mejor crecimiento. En la época seca no se recomienda efectuar deshijes muy seguidos para evitar estrés en la plantación por deshidratación. En la época lluviosa se hace de manera más continua y procurando siempre hacer el corte a ras del tallo para facilitar su cicatrización.

Si se efectúa un buen deshije en los primeros años no es necesario realizar podas de balance o equilibrio cuando la copa está ya bien formada. Algunos clones sí requieren de este manejo por poseer una copa muy pesada, tal es el caso del clon RRIM 600. Estas podas de equilibrio hay que realizarlas entre los tres y cuatro años de edad de la plantación para que no afecten la producción ya en la fase de explotación.

#### 4.4 Podas

Ortiz, propone los siguientes tipos de poda que el productor debe efectuar durante el desarrollo del árbol del hule:

- I. *Poda de brotación.* Consiste en la eliminación de todos los brotes procedentes de pie franco usado como patrón, principalmente durante los primeros 60 días, para facilitar el crecimiento del brote clonal; asimismo, de éste se deben eliminar todos los brotes laterales, se requiere efectuar su eliminación cada 15 días durante los meses de agosto a diciembre del año uno.
- II. *Poda de formación.* Tiene como propósito que la planta tenga un fuste recto, sin ramificaciones y con un desarrollo uniforme, adicionalmente, cuando aparezca el cuarto ciclo de hojas se poda el segundo y así suce-

sivamente hasta que la planta alcance una altura entre 1.8 a 2 m., después se deja que el árbol forme su copa normal.

Existen otros dos tipos de poda que son menos frecuentes (Compagnon, 1998):

- I. La poda de formación copa. Con el fin de balancear la estructura del árbol para una mejor resistencia al viento.
- II. La poda de inducción de copa. Consiste en recortar el tallo a 3 m cuando éste no forma su copa de manera natural. Existen también sistemas de inducción menos agresivos que consisten en recortar los peciolos de las hojas del ciclo superior.

#### 4.5 Inducción de ramas

Anacafé (2004) señala que en las plantaciones en desarrollo algunas veces se observan plantas hasta de tres años de edad que no forman copa, sino que su crecimiento es solamente vertical, para corregir lo anterior e inducir a la ramificación, se han puesto en práctica diversas técnicas para provocar el desarrollo de yemas axilares de las que surgirán ramas, a continuación se citan algunas de las técnicas utilizadas:

- *Deshojado*. Consiste en eliminar todo follaje (a excepción del brote terminal) sin los peciolos a una altura del suelo entre dos y tres metros.
- *Detención artificial del funcionamiento de la yema terminal*. Cuando la planta alcanza una altura suficiente (2.5 a 3 m) las yemas terminales son recubiertas por una bolsa o envueltas con las mismas hojas de la última corona a manera de realizar un "chongo", con el fin de mantener la yema terminal en la oscuridad, lo que impedirá su funcionamiento, favoreciendo así la brotación de las yemas axilares. La bolsa o el "chongo" debe ser removido hasta el séptimo día para dejar el libre crecimiento de las que brotaron.
- *Descope*. Esta práctica solo se usa como último recurso cuando cualquiera de las otras dos técnicas no dan resultado positivo y únicamente en plantas sin copa, consiste en podar el brote terminal a una altura de 2.5 m sobre el suelo para inducir la brotación de las yemas axilares. De las que

broten se seleccionarán, después de un periodo de seis meses, las que den formación a una copa equilibrada.

## 4.6 Control de maleza

Las malezas compiten por agua, luz, espacio y nutrientes (Anacafé, 2004) por lo que su control debe efectuarse de la siguiente manera:

### *4.6.1 Control manual*

Siempre que se traza una plantación de hule se abren brechas limpiándolas a ras del suelo antes de hacer el ahoyado. Después de efectuar la plantación, las limpias se reducen a limpias en calles y en cada planta, los árboles jóvenes deben mantenerse limpios de toda clase de hierbas y en especial de las que son enredaderas, hasta que tengan por lo menos tres años de edad. Las limpias alrededor de cada planta deben tener dos m de diámetro o un ancho igual que el de las calles, colocando las hierbas cortadas en una línea para que, tan pronto queden secas, se coloquen al pie de la planta (aporque) y de esta forma evitar la acción directa de los rayos de sol y por consiguiente la pérdida de humedad principalmente cuando se acerca la época de pocas lluvias y calor intenso. Debe tenerse especial cuidado en el momento del chapeo ya que pueden ocasionarse heridas al tronco de la planta o lo que es peor, cortarlo completamente.

En plantaciones donde se usan coberteras naturales o inducidas, es necesario limpiar los surcos, dejando un espacio de un metro a cada lado de la hilera (Fotografía 19). Al efectuarse la eliminación de la maleza se debe cortarla a una altura no menor de 10 cm del suelo (chapeo bajo), pues si se limpia a ras de suelo, las gramíneas que compiten por nutrientes pueden sustituir a las plantas de hoja ancha. También es recomendable el chapeo bajo cuando la topografía es inclinada, para evitar problemas de erosión.

También es necesario limpiar los espacios entre los surcos de la plantación, estas limpias se efectuarán dos y en ocasiones hasta tres veces por año, según sea el desarrollo de la maleza.

Cuando se chapea se debe procurar cortar aquellas plantas de naturaleza dura y leñosa dejando la suave, de hoja ancha y jugosa, ya que estas ayudarán a formar una cubierta natural bastante aceptable.

Fotografía 19.

Plantación con cobertera



Fuente: Aguirre (2013).

Cuando la plantación alcanza los tres años de edad, y los árboles lograron una altura apropiada es necesario suspender la limpia de cada planta, ahora la cobertera del suelo como *Peraria phaseoloides* puede dejarse llegar hasta la base de los árboles. Sin embargo es necesario hacer inspecciones regulares, con el fin de cortar los bejucos de algunas enredaderas que traten de subir por el tallo de los árboles. Esta limpia debe continuar con el fin de erradicar o destruir las plantas dañinas o indeseables.

En las plantaciones que requirieron la construcción de zanjas de drenaje, se aconseja permitir que la vegetación espontanea cubra los costados de ésta

cortando solamente la vegetación del fondo, con el objeto de permitir el libre paso de aguas.

El costo de las limpieas es naturalmente más alto durante los tres primeros años de la plantación, debido a que los árboles no han crecido lo suficiente como para brindar la sombra que ayudará a evitar el desarrollo de la vegetación espontánea.

#### *4.6.2 Control químico*

Por medio del uso de herbicidas y dependiendo de la topografía del terreno se puede reducir los costos en función del control de malezas. En áreas con poca o ninguna pendiente, puede trabajarse de esta manera con un previo control manual.

En los primeros años de crecimiento del hule, las malezas que prevalecen son las que corresponden a las hojas angostas o gramíneas, plantas con un desarrollo más rápido y agresivo que la del hule, razón por la cual es necesario destruirlas. Para esto el Glifosato representa una muy buen alternativa siempre y cuando se acompañe con otros químicos específicos contra la maleza de hoja ancha.

Conforme el hule crece después del tercer año de establecido, la sombra que proyecta sobre el terreno va controlando las malezas de manera natural, las que son de hoja ancha comienzan a proliferar. Para estos casos también los químicos son la mejor opción. En términos generales se recomienda (dependiendo de las condiciones edafoclimáticas) un control manual y dos de tipo químico durante un año; con la salvedad que las aplicaciones se efectúen durante las primeras horas de la mañana (cuando no hay mucho viento) para evitar desperdicio del producto y también fitotoxicidad en el hule. Es importante seguir las recomendaciones contenidas en las etiquetas de las casas comerciales.

#### *4.6.3 Control mecánico*

Se recomienda en las plantaciones cuya superficie y topografía lo permitan y que no cuenten con cobertera. Se descarta en general el uso de rastras a más de 20 cm de profundidad en plantaciones mayores de un año (Picón, 1999).

#### 4.7 Fertilización

Cuando se establece el cultivo en forma planificada e intensiva, el INIFAP en su paquete tecnológico del hule recomienda la aplicación apropiada de fertilizantes que aseguran un rápido crecimiento de las plantas jóvenes, particularmente durante los primeros años después de trasplantarlas (Ortiz, 2011). Los requerimientos nutricionales de la planta de hule en cuanto a nitrógeno (N) y fósforo (P) son fundamentales, por lo que un plan adecuado de fertilización debe contemplar incorporar estos elementos y otros complementarios que señalen los resultados del análisis químico del suelo.

El producto comercial que se sugiere, es el fertilizante compuesto 17-17-17 en las dosis posteriormente señaladas. Al fertilizar, deberá estar maduro el último ciclo de hoja de las plantas, de lo contrario se pueden ocasionar quemaduras en las yemas o en las hojas tiernas. El fertilizante se coloca en un círculo que abarque la zona de goteo de la planta (Fotografía 20), para lo cual se afloja el suelo con un azadón, a una profundidad de cuatro a cinco centímetros, cubriendo el producto con la tierra suelta para evitar su pérdida por volatilización.

Debido al alto costo de este importante insumo, se recomienda realizar un análisis de suelo para identificar las necesidades de nutrientes. La fertilización depende del nivel de fertilidad del suelo y generalmente no se requiere en plantaciones en producción, debido a que se va incorporando la materia orgánica al suelo, no obstante en el quinto y sexto año, sí se debe considerar pensando que lo que se aporta por materia orgánica se pierde por inicio del sangrado.

Cuadro 11.

Programa de fertilización para plantaciones de hule en desarrollo (g/árbol/año)\*

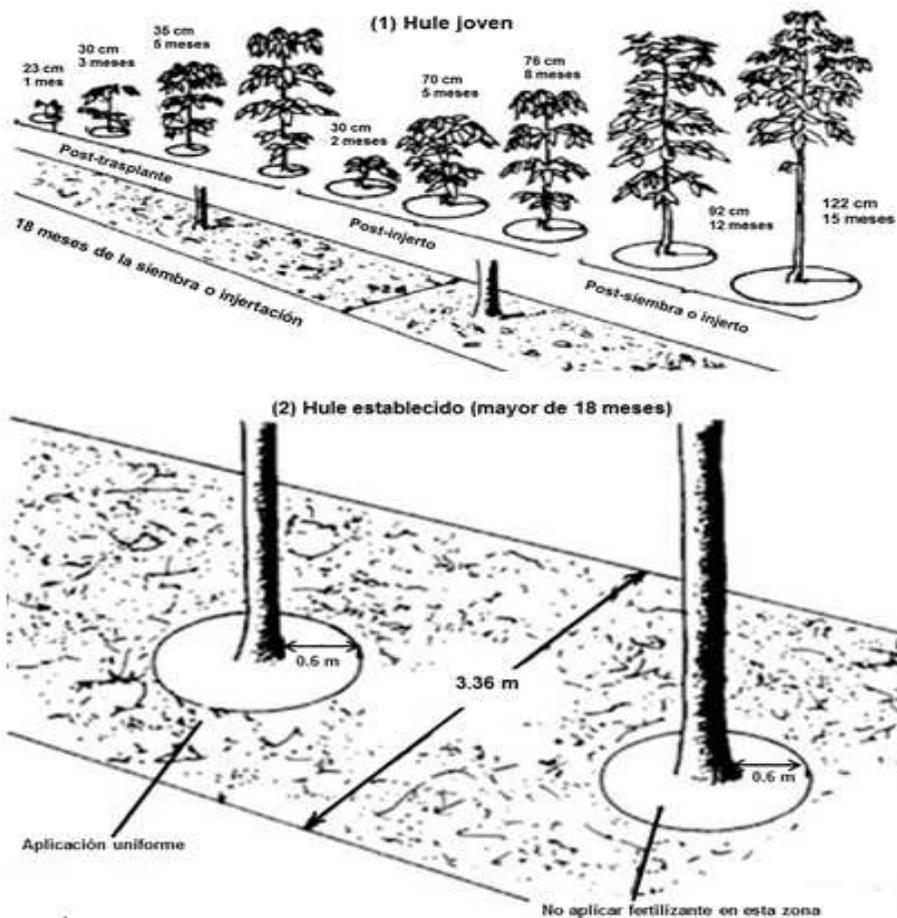
Año	Mes	
	Julio	Diciembre
1°	0 g	50 g
2°	100 g	100 g
3°	150 g	150 g
4°	200 g	200 g
5°	250 g	250 g
6°	300 g	300 g

\* fraccionada en julio y diciembre.

Fuente: Ortiz (2011b).

Figura 8.

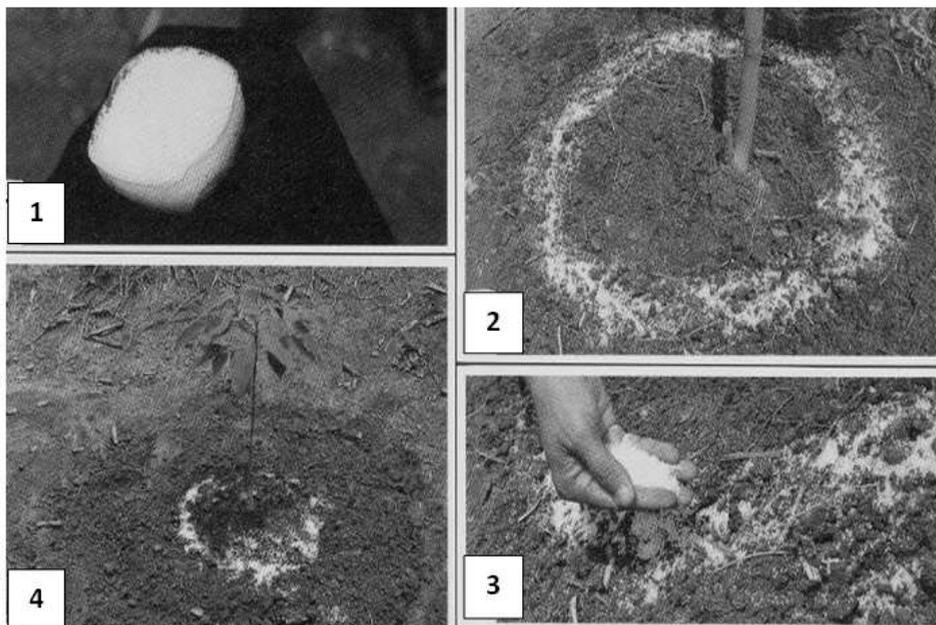
Técnica de aplicación del fertilizante, considerando las diversas etapas de desarrollo de la planta de hule



Fuente: Cruz *et al.* (1993).

Fotografía 20.

Fertilización de una plantación



Fuente: Aguirre (2013).

#### 4.8 Guardarrayas

Consiste en limpiar de malezas el perímetro de la plantación en una franja de cuatro m de ancho con el propósito de prevenir los incendios. Esta actividad se lleva a cabo al inicio de la sequía (Oeidrus, Oaxaca, 2007).

#### 4.9 Labores de replante

##### *4.9.1 Cuantificación de fallas*

Consiste en efectuar un inventario de las fallas existentes así como de las plantas imperfectas que se desean sustituir.

#### *4.9.10 Reapertura de cepas y replante propiamente dicho*

Se hace de manera idéntica a las labores de siembra del año anterior. No se recomienda resemar a más de un año después de la resiembra inicial. Si se dispone de tocón desarrollado, se puede prever cierta resiembra a los dos años. El material de resiembra puede ser surtido en el mismo momento, asegurándose que sea lo más homogéneo posible con el material de origen. Esta homogeneidad tiene que ser en tamaño (lo más desarrollado posible) y, por supuesto, desde un punto de vista genético (mismo clon).

En el momento de entregar el primer material de siembra, se debe añadir un 5% (si es a bolsa brotada) o un 10% (si es tocón) de material de previsión de la resiembra. En este caso, es preciso prever un sistema de conservación de este material, constituyendo un mini-vivero a un lado de la plantación, dándole un buen mantenimiento y riego se recuperará un material bastante desarrollado. Este sistema ofrece la ventaja de garantizar:

- Que el material será del mismo clon.
- Que el material será lo más desarrollado (tres a cuatro ciclos).
- Que el material estará disponible en el momento oportuno.

#### 4.10 Arrope

Las plantas establecidas en el terreno definitivo, conviene cubrirlas con una capa de pasto seco alrededor, formándose un círculo de 1 m de diámetro, el cual se mantiene al menos los primeros dos años de la plantación, sobre todo en la época del año (CMH, 2002).

#### 4.11 Manejo y conservación de suelos

El agua es el agente de la erosión que más incide en la pérdida del suelo. Al ser el suelo un recurso natural no renovable, es necesario protegerlo por su importancia básica dentro de la explotación agrícola. Recuerde que el efecto combinado de dispersión de las gotas de lluvia y el movimiento del agua provoca la remoción del suelo (erosión hídrica).

El efecto de la erosión se da tanto en terrenos planos como en los de topografía inclinada, pero en estos últimos incide en mayor grado. El hule es un cultivo

en que los distanciamientos de plantación favorecen en gran medida la erosión natural y puede presentarse también en terrenos en los que se planta o no con cultivos intercalados. La implementación de algunas prácticas culturales son muy recomendables como: la plantación en curvas de nivel, las barreras vivas, las barreras muertas y las plantas de coberteras.

#### 4.11.1 Cultivos intercalados

El tiempo mínimo para someterse a explotación un árbol de hule, está directamente relacionado con el manejo técnico del cultivo y el clon. Generalmente se consideran años, tiempo durante el cual el terreno puede ser aprovechado para explotarlo con otros cultivos (Aguirre, 2013).

En el país se utiliza como cultivo intercalado la siembra de maíz (*Zea mays* L.) que por ser una gramínea ocasiona competencia al hule en nutrientes, agua, luz solar y aire. Por ser este grano básico un cultivo limpio, provoca en terrenos quebrados erosión y cuando se encalan los tallos de las plantas de hule, se ocasiona quemaduras de sol. Por otra parte se ofrecen ciertas ventajas como ingresos extras y reducción de los costos de mantenimiento. Debemos recordar que el hule constituye nuestra principal explotación y no los cultivos intercalados.

El maíz intercalado debe fertilizarse para compensar lo extraído del suelo y que pudiera ser útil al hule, la siembra de esta gramínea debe tener al menos 1.25 m de distancia del hule y sólo se cultiva hasta el tercer año de establecido el hule.

Existen otros cultivos intercalados como el frijol (*Phaseolus vulgaris*), la piña (*Ananas comosus*) (Fotografía 21), el tomate (*Lycopersicon esculentum*), el chile (*Capsicum* sp) y algunas plantas ornamentales muy recomendables para intercalarse con hule. En estos casos, cuando desaparece el cultivo secundario se deben eliminar aquellos restos de plantas que pudieran constituirse en focos de infección de enfermedades de tipo fungosas (Aguirre, 2013).

Fotografía 21.

Hule intercalado con piña



Fuente: Aguirre (2013).

## 5. Explotación y manejo poscosecha del hule

### 5.1 Explotación del cultivo del hule

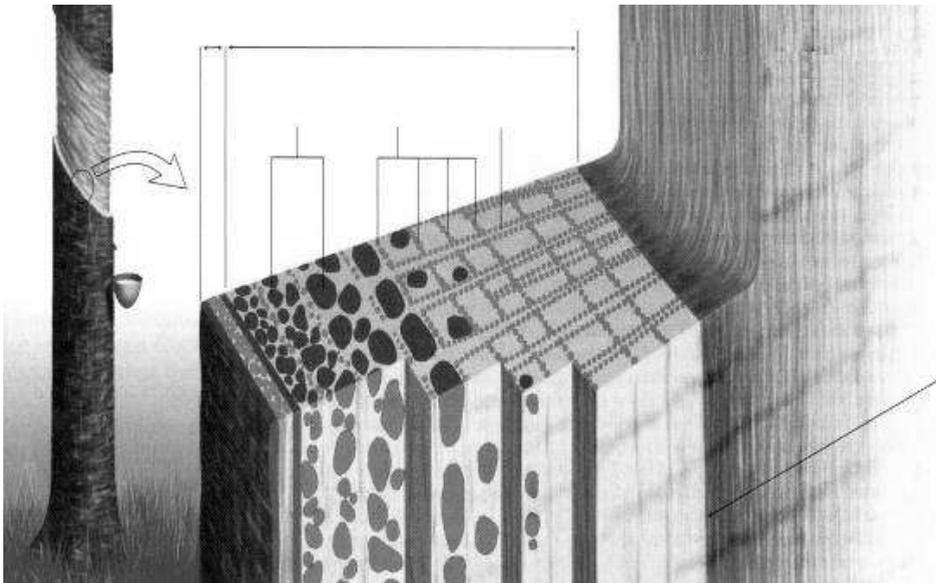
#### 5.1.1 Inicio de la explotación

Toda explotación deberá preservar ineludiblemente el desarrollo de los árboles, conservando inalterable su fisiología. Aguirre (2013), recomienda los siguientes criterios para iniciar la explotación o producción en plantaciones de hule:

Desde el punto de vista fisiológico, un árbol está en condiciones de iniciar su fase de producción cuando su tallo alcanza los 50 cm de circunferencia medida a 1.25 m de altura desde el suelo y su corteza tiene un grosor mínimo de 6 mm.

Figura 9.

Anatomía de la corteza del árbol del hule



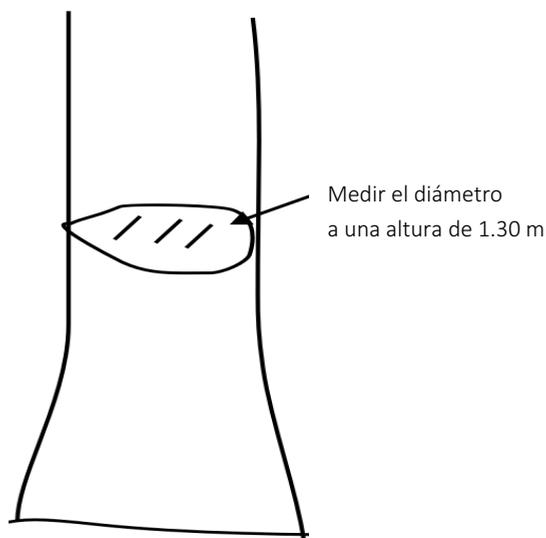
Fuente: Aguirre (2013).

Con relación a la madurez, un árbol se encuentra listo para el inicio de su etapa de producción aproximadamente a los seis años de edad; cuando alcanza un crecimiento y grosor adecuado, es en este momento que empieza a reducirse su tasa de crecimiento para enfocarse en otras labores fisiológicas.

En el aspecto económico se considera rentable iniciar la apertura de paneles cuando una plantación tiene al menos unos 300 árboles  $\text{ha}^{-1}$  en condiciones de ser explotados, es decir se debe tener como mínimo 60% de los árboles con una circunferencia de tallo apropiado para el inicio de la pica. La altura apropiada para abrir los paneles e iniciar la pica es de 1.30 m en la parte baja del panel de pica.

Figura 10.

Esquema de altura para medir diámetro en árboles de hule



Fuente: Elaboración propia.

Es primordial considerar el criterio de circunferencia mínima; en virtud de que se ha observado que el aprovechamiento en tamaños menores puede ocasionar

debilitamiento en los troncos, dificultando su crecimiento en grosor, además de que su justificación económica no está en todos los casos plenamente comprobada (Compagnon, 1998):

- Época de apertura. Se recomiendan dos fechas específicas: la segunda quincena de junio o bien la segunda quincena de septiembre, al inicio o final de las lluvias para evitar sequías y grandes lluvias.
- Trazo de tablero de pica. Para efectuar el trazo del tablero se requerirá de materiales y una metodología, mismos que se describen a continuación.

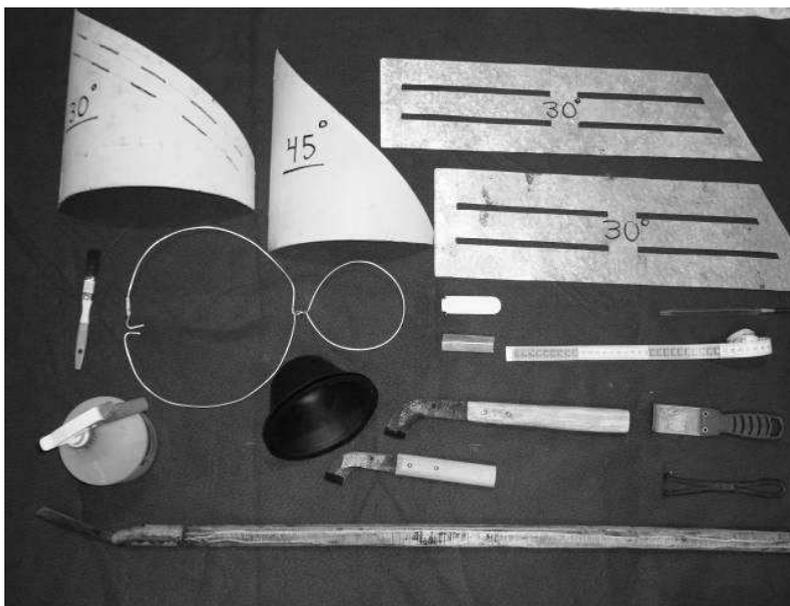
### *5.1.2 Materiales de campo*

Aguirre (2013) indica que para el inicio de la explotación, se necesitan las siguientes herramientas y equipo (Fotografía 22):

1. Cinta métrica para medir la circunferencia (cinta de sastre de 1.5 m).
2. Pintura y brocha para marcar los árboles aptos para explotar.
3. Cuchillas de pica, de ángulo cerrado para corteza virgen.
4. Piedra para afilar cuchillas de forma angular para desgastar y asentar las cuchillas.
5. Banderola que es un lienzo de lámina galvanizada con una inclinación de 30° y con asta de madera con una longitud de 1.30 metros.
6. Rayador, que puede ser un clavo o un punzón.
7. Cinta o cordel de 1.5 m de largo con nudos en los extremos y en el centro.
8. Regla de madera de 1.5 m de largo.
9. Marcador de consumo de corteza elaborado con alambón o lámina dura.
10. Calibrador de espesor de corteza de acero inoxidable y graduado en milímetros.
11. Tazas de 1/2 L de capacidad.
12. Espitas de lámina galvanizada de 3 x 6 cm (pequeña lamina).
13. Recipiente plástico (cubetas).

Fotografía 22.

Herramientas y equipo para iniciar la explotación



Fuente: Aguirre (2013).

### 5.1.3 Metodología

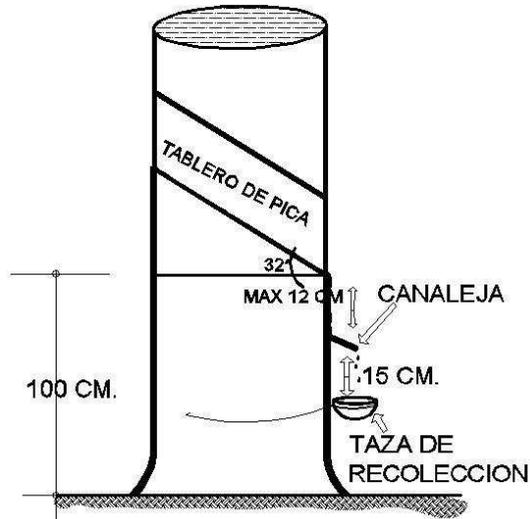
Picón (1997), indica que la metodología a seguir para la apertura del tablero de pica es el siguiente:

La “pica o sangrado” del árbol del hule, cuyo fin es extraer el látex, debe de realizarse racional y eficientemente, mediante cortes controlados y sistemáticos de la corteza, sin ocasionarles daños a los tejidos que permiten su regeneración. Una vez iniciada la sangría, una plantación puede explotarse durante 25, 30 o más años. Para extraer el látex del árbol, el tallo se divide en dos partes longitudinales simétricas, en dirección este-oeste, cada una de estas se denomina “tablero de pica”; para trazarla se procede como sigue, ver también Figura 11:

- a) Los tableros ubicados de este a oeste están expuestos a los rayos solares, lo cual, disminuye la humedad y la presencia de enfermedades; con una cinta o hilo se marcan dos puntos opuestos, tanto en el punto de unión del patrón con el injerto como 1.30 m de altura sobre éste. Estos puntos se mueven verticalmente con una línea hecha con regla o vara.

Figura 11.

Forma de trazar el tablero de pica



Fuente: Aguirre (2013).

- b) El trazo del ángulo de inclinación del corte de pica, es de suma importancia para obtener el máximo rendimiento. En la corteza, los vasos de látex se orientan en un ángulo que varía de 2.1 a 7.1 grados a la derecha y hacia arriba; por ello, la pendiente de "corte de pica" debe ser de 30 grados, descendente de izquierda a derecha en los árboles clonales y de 25 grados en árboles de "pie franco"; para su trazo se usa una banderola de lámina galvanizada número 30, con la inclinación adecuada; ésta se apoya en la raya vertical derecha ya trazada, marcándose la semiespiral descendente.

- c) Después con la cuchilla de pica se hace un corte sobre la espiral sin dañar la zona que regenera la corteza o cambium. La parte superior de este corte se “despalma”, para que la cuchilla pueda asentarse bien al realizar la pica.
- d) Finalmente se hacen dos cortes de 19 cm, uno en la parte superior y otro en la inferior, a esto se les llama “tope de cuchilla” y “canal de escurrimiento”, respectivamente.

Después de la apertura de paneles se procede a equipar el árbol, colocando la espita a 10 cm abajo del corte en el extremo inferior derecho, al final del canal de escurrimiento, ésta no debe penetrar a demasiada profundidad, para evitar dañar el cambium. Una vez que los árboles están debidamente equipados, se puede iniciar la labor de pica.

#### *5.1.4 Técnica de pica*

La pica es una operación técnica y práctica que requiere una considerable destreza por parte del picador. Para obtener una buena producción la cuchilla debe cortar la corteza a una profundidad entre 1.0 a 1.5 mm de cambium (madera), en esta zona se localiza el mayor número de vasos laticíferos productores del látex (Aguirre, 2013).

Cuanto más profundo sea el corte, se obtendrá mayor producción de látex (Fotografía 23); sin embargo, con el fin de cuidar la salud y permitir la regeneración de corteza se deberá cuidar que la profundidad de la pica no sea menor que 1.0 mm de la madera.

La longitud del corte está determinada no por su valor absoluto en distancia, sino en porcentaje en relación a la circunferencia del tallo. Los sistemas actuales se refieren a fracciones simples de la longitud del árbol. De esta manera: 1/2S significa un corte en la mitad del árbol (50% de su circunferencia) y en ángulo con forma de espiral; mientras 1/4S se refiere al corte en un 25% de la circunferencia del árbol, la cual es cortada en cada pica. La media espiral (1/2S) es la longitud más usada en el mundo.

La primera mitad que se trabaja en un árbol de hule en producción se conoce como cara A (internacionalmente H01) por ser la primera que se explota, y

posteriormente se nombran las secciones siguientes como cara B la posterior, cara C y cara D (las mismas), cuando se trabajan sobre una corteza ya renovada.

Es necesario hacer un ángulo de inclinación del corte para que fluya el látex a lo largo del canal hacia la taza recolectora. El látex en los vasos laticíferos dentro de la corteza de los árboles corre en espiral desde la base hasta la parte alta del tallo en un ángulo hacia la derecha que varía de tres a cinco grados desde la vertical. Por ello, un corte descendente desde el lado izquierdo al lado derecho debe seccionar un mayor número de vasos laticíferos.

Fotografía 23.

La "Pica" del árbol del hule



Fuente: Aguirre (2013).

La práctica considera que los mayores escurrimientos sin derramarse en el corte de pica son de 30 grados en pica descendente y 45 grados en pica ascendente (pica inversa).

La altura de apertura del panel de pica recomendable a un inicio es de 1.3 m sobre el nivel del suelo (primer panel, cara A). Esta altura permite tener a la vista el corte de pica que está realizando y controlar mejor su trabajo.

El consumo de corteza en cada pica debe ser de un grosor uniforme y suficiente que permita una abertura completa de todos los vasos laticíferos obstruidos por el látex coagulado de la pica anterior. Este grosor varía según la frecuencia de pica, las condiciones climáticas y el clon. El grueso de la corteza a consumir está determinado principalmente por la frecuencia de pica.

#### Cuadro 12.

Relación entre el sistema de pica y el consumo de corteza

Sistema de explotación	Consumo de corteza por pica (mm)
1/2S d/2	1.0-1.2
1/2S d/3	1.3-1.5
1/2S d/4	1.5-1.8
1/2S d/5	1.8-2.0
1/2S d/3-d/4 inversa	2.0

Fuente: Aguirre (2013).

Es recomendable asegurar un consumo de corteza a través de la marcación de líneas guías de consumo en el tronco del árbol por medio de un rayador o marcador del grosor de corteza a gastar, por mes y por año.

La hora de pica está en función de la presión del látex dentro de la corteza de los árboles (presión de turgencia), es más alta en las primeras horas de la mañana, cuando las condiciones de poca o nula luminosidad, temperatura fresca y humedad alta favorecen que el látex fluya más fácilmente y por más tiempo, obteniendo por lo tanto un mejor rendimiento. Por consiguiente la pica debe comenzar lo más temprano tanto como sea posible. La presión del látex se reduce con la

salida del sol, a medida que la temperatura ambiental aumenta y se reduce la humedad relativa, también se cierran los estomas en el follaje de los árboles y se reduce la presión de turgencia; por tal razón muchas plantaciones practican el inicio de la pica de madrugada incluso antes de la salida del sol (Aguirre, 2013).

La pica retarda el crecimiento de todos los árboles, pues la energía y reservas de estos se enfocan en la reposición del látex limitando la tasa de crecimiento de los árboles. Por esta razón la pica debe iniciarse cuando los árboles han alcanzado su madurez fisiológica.

### *5.1.5 Sistemas de explotación*

Elección del sistema de explotación. Esta es compleja; es preciso tomar en cuenta principalmente los siguientes factores (Compagnon, 1998):

1. El clon (no todos los clones tienen los mismos metabolismos y responden diferentemente a la estimulación).
2. La edad de plantación (la sensibilidad de los árboles es diferente).
3. El costo y disponibilidad de la mano de obra; si la mano de obra es cara o escasea, se orientara hacia sistemas de baja intensidad de pica aumentando el número de estimulaciones.
4. El precio del hule y el mercado. Si su precio en el mercado es bajo, deberán preferirse sistemas de baja intensidad de pica, aumentando el número de estimulaciones; la ligera disminución que quizá implique la baja frecuencia de pica será compensada por los bajos costos de explotación.

Un sistema de explotación es el conjunto de técnicas debidamente armonizadas que se emplean en la extracción del látex producido por el árbol de hule en su corteza. Su objetivo es obtener una alta y duradera producción de látex, alcanzando un equilibrio entre las exigencias de los árboles y los factores económicos y sociales.

En México la gran mayoría de las plantaciones realizan la pica en d/2. El sistema de pica 1/2 S d2 sin estimulación y con 150 días de pica por año (no picando los domingos, ni con períodos de detención de la pica) brinda el 100% de la capacidad productiva de los árboles. Por lo que el objetivo con los sistemas de baja frecuencia de pica y compensación con estimulación consiste en alcanzar dicha capacidad productiva reduciendo el uso de insumos, equipo, mano de obra, consumo de corteza y conservando una breve salud de los árboles. En el siguiente

cuadro se detalla el número de picas al año del sistema d2 y su intensidad comparado con otras frecuencias (Aguirre, 2013).

Cuadro 13.  
Número de picas al año de diferentes sistemas de explotación

Sistema	Picas por año	% de intensidad
1/2 d/2	156	100
1/2 d/3	104	67
1/2 d/4	78	50
1/2 d/5	62	40

Fuente: Aguirre (2013).

## 5.2 Manejo poscosecha y beneficio del hule

El “beneficio” es el lugar en donde se le retira el mayor contenido de agua al producto proveniente de las plantaciones ya sea en forma líquida (látex) o sólida (coágulo) sometiéndolo a una serie de operaciones necesarias para que pueda ser consumido por la industria del hule. Es aquí donde al hule se le da cualquiera de las presentaciones comerciablés. El proceso de beneficiado varía según el producto que se desea obtener y, debido a que se requiere maquinaria especializada para cada proceso y estas representan una inversión considerable, las plantas beneficiadoras se dedican generalmente a la obtención de un solo producto (Aguirre, 2013).

En México el hule tiene un procedimiento de obtención rústico, los siguientes procesos muestran de manera general lo que se lleva a cabo para el beneficio del hule.

### *5.2.1 Proceso de obtención de hule técnicamente especificado o granulado*

#### **i. Acopio y recolección de materia prima**

El comienzo del proceso del hule fresco puede llevarse a cabo en los centros de acopio o en las plantaciones de los productores; en donde se realiza un secado en tanques de coagulación por al menos 24 horas para drenar el exceso de agua, posteriormente se puede clasificar ya sea coagulado o como quesillo a granel,

pesado y transportado para su procesamiento; esto con ciertas excepciones ya que algunas agroindustrias optan por mantener el hule líquido con amoníaco impidiendo la coagulación. En la siguiente fotografía se observan bolsas de hule coágulo en campo listas para llevarlas a la agroindustria.

Fotografía 24.

Hule coágulo en campo



Fuente: Aguirre (2013).

## ii. Recepción

El hule adquirido es depositado en el área de recepción de la planta donde se revisa para su clasificación, registro de origen y pesado; con el fin de mantener control y, si es necesario, tomar medidas.

## iii. Primer granulado (Molido)

Para este proceso, la materia prima es colocada manualmente en el transportador de banda que deposita el hule en la granuladora. Este procedimiento

consiste en triturar el hule en porciones de un tamaño que según la maquinaria puede variar entre 7-10 cm y 15 a 20 cm.

#### **iv. Primer Lavado**

En esta fase del proceso, el producto procesado anteriormente se deposita en un tanque donde es lavado y mezclado con movimientos giratorios para quitar las impurezas primarias que trae el hule de campo.

#### **v. Granulado y segundo lavado**

Consiste en dividir el hule en piezas pequeñas de aproximadamente dos cm; como el hule normalmente se quiebra donde hay partículas sucias, esta operación es muy eficiente para limpiar el hule, retirándolas de los pedazos de hule en el siguiente lavado.

#### **vi. Peletizado**

En este proceso el hule se reduce a un tamaño conocido como pellet con un tamaño aproximado entre tres y cinco mm de espesor por una longitud de 20 mm, según la maquina encargada del proceso, de acuerdo al estado del producto algunas agroindustrias realizan un tercer lavado.

#### **vii. Secado del hule**

El secado del hule peletizado es la etapa del proceso más compleja y de más riesgo, esto de acuerdo con algunas agroindustrias. El secado se efectúa mediante aire caliente y la extracción de la humedad se logra al pasarlo a través de un túnel, secándose gradualmente durante su recorrido por el secador.

El tiempo del secado depende del tipo de hule. La temperatura del aire debe ser de aproximadamente 125 °C, posteriormente pasa a un sistema de enfriamiento y sale del secador. Todo este proceso se realiza dentro de varios contenedores metálicos que se mueven mediante una cadena y carros de secado.

#### **viii. Prensado**

Obtenido el hule granulado seco y como un requisito de calidad, este debe compactarse en una prensa hidráulica que da como resultado, una paca de 33.3 kilos que impide el flujo de aire, evitando con esto la contaminación por bacterias u hongos.

Las pacas son perfectamente rectangulares con superficie uniforme y dimensiones de 70 cm largo, 35 cm ancho y 18 cm de altura. El peso y dimensiones de la paca cambian para algunos mercados.

Fotografía 25.

Pacas de hule granulado (Técnicamente especificado)



Fuente: Aguirre (2013).

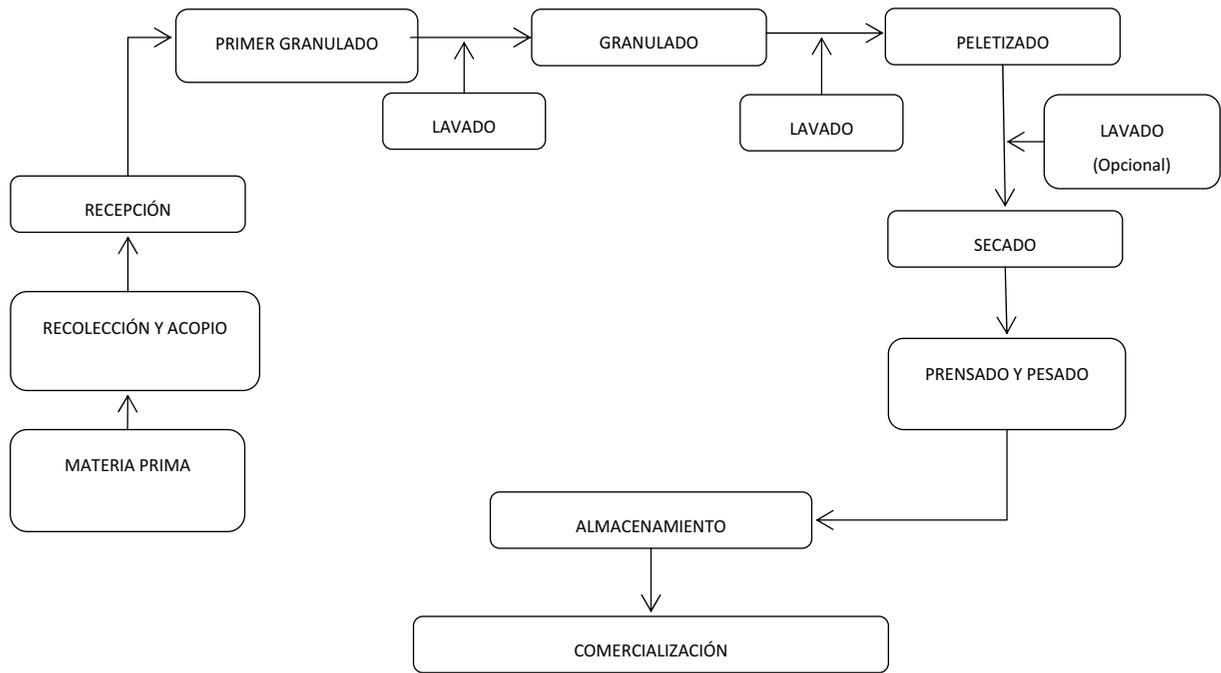
#### **ix. Empaque y almacenamiento**

Finalmente se coloca en bolsas de polietileno generalmente de tres a cuatro centésimas de milímetro cuyo punto de reblandecimiento (fusión) es inferior a 105° C, para ser trasladadas al área de almacenamiento. Este hule granulado se le conoce como "hule técnicamente especificado" y se presenta para su venta en pacas de 33.3 kg envueltas en bolsas de polietileno; en ellas se señalan el grado de calidad y la identificación del beneficio que lo procesó. Para facilitar el manejo del producto, se recomienda tener paletas (plataformas de madera) que puedan ser movidas por máquinas (montacargas).

En el siguiente diagrama de flujo se ilustra el proceso que se lleva a cabo para la obtención de hule granulado en México.

Figura 12.

Diagrama de flujo del proceso de hule granulado



### 5.2.2 Beneficiado para la obtención de hojas o láminas

Es la manera clásica de transformar el látex recolectado; comprende una serie de operaciones, que se efectúan ya sea en pequeñas o grandes instalaciones. En plantaciones industriales el látex de diferentes orígenes se recibe y se vierte en grandes tanques donde se mezclan. En plantaciones pequeñas el productor recolecta el látex y lo lleva a su pequeña agroindustria de beneficiado o bien el hule coagulado en el campo es transportado a ésta (SENA, 2006). Una vez recolectado el látex, se siguen los siguientes pasos (ver Figura 13):

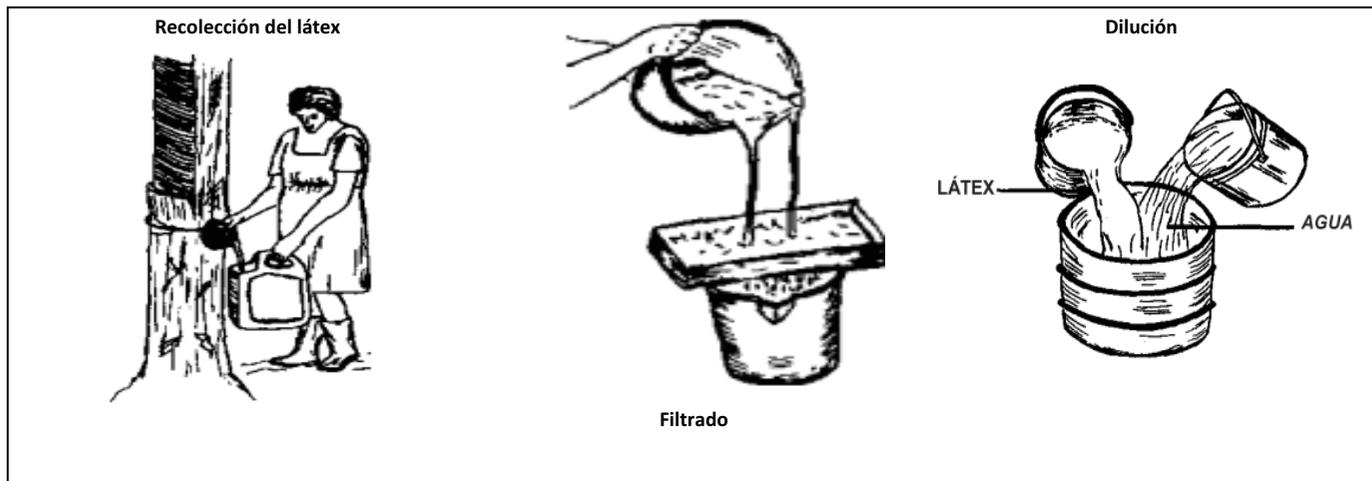
- I. *Filtrado*: Inmediatamente llegado del campo se filtra el látex, con el fin de eliminar los agentes extraños al mismo (trozos de corteza, insectos, hojas, pre coágulos, flores).
- II. *Dilución*: Ésta se realiza agregando agua al látex, con el fin de llevar el contenido de hule a una concentración constante (12 al 16%). La cantidad de agua que se agrega está estrechamente relacionada con las condiciones climáticas de la región y el estado del árbol. En épocas de lluvia en proporción 1:1, y en períodos secos 1:1.5 de látex y agua respectivamente.
- III. *Acidificación*: La reagrupación de todas las partículas de hidrocarburos del hule, dispersas en el látex, se consigue cambiando el medio casi neutro (pH 6.7 - 6.9 del látex y agregando ácido fórmico, acético o cítrico, de manera que descienda el pH).
- IV. *Coagulación*: La mezcla látex-agua-ácido se vierte en un recipiente de coagulación, algunos son de aluminio, equipados con láminas móviles y donde se produce un coágulo de lámina continua; existen otros en donde las divisiones de las láminas son enteras, produciendo coágulos separados. Igualmente existen recipientes de madera, de fibra de vidrio o de acero inoxidable, las medidas más comunes son 1.5 m de largo, 20 cm de ancho y 10 cm de altura. Allí se deja reposar la mezcla durante 24 horas, al cabo de las cuales se obtiene un coágulo esponjoso y de fácil manipulación.
- V. *Laminado*: Con la ayuda de una máquina laminadora y separados los cilindros de prensado se pasa el coágulo que contiene un 60% de agua, de seis a ocho veces, cerrando gradualmente los cilindros, hasta obtener una

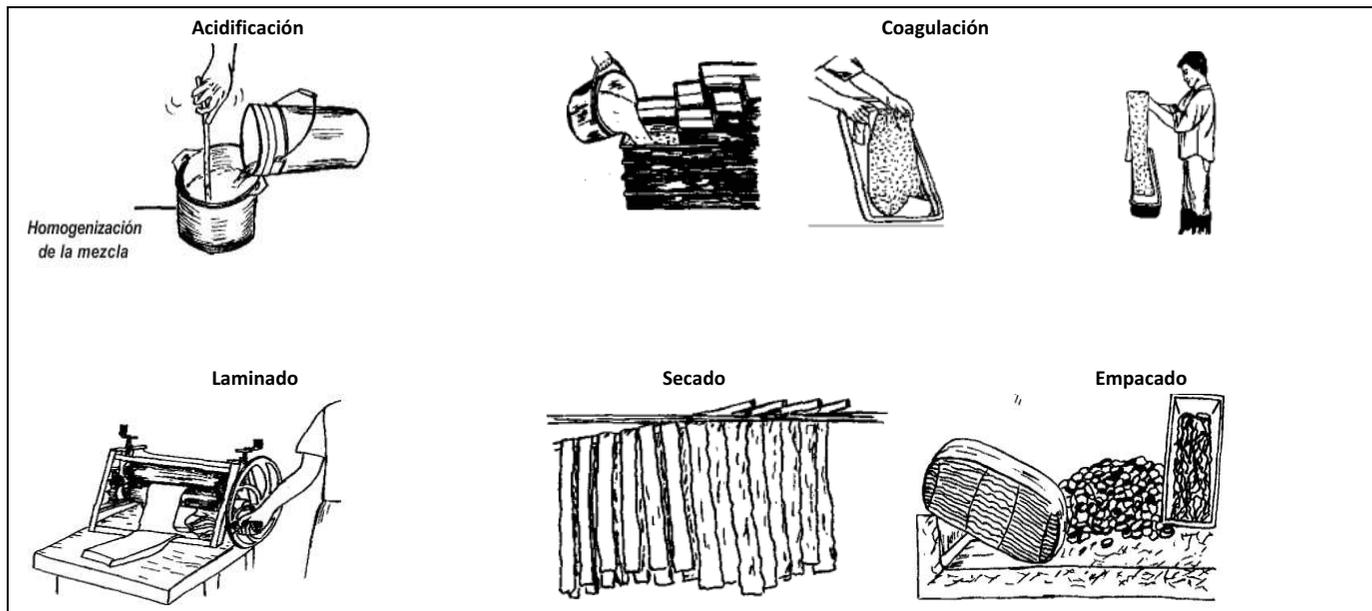
lámina de 1.5 a 2 mm de espesor. Terminada la operación de laminado es aconsejable lavar las láminas con el fin de eliminar los residuos de ácido que quedan en la superficie de las mismas.

- VI. *Secado*: Lavadas las láminas se cuelgan en barras (madera o bambú) o dos alambres gruesos separados, a la sombra, bajo techo y con buena circulación del aire, consiguiendo el secado en 8 a 12 días dependiendo de la humedad relativa existente. En este caso se obtienen láminas de hule secadas al aire, que se clasifican como SRM.
- VII. *Empaque*: Después de seleccionar las láminas por categorías, se procede a la confección de una paca. El peso de las pacas es de 40 kg y se deben cubrir con un polietileno transparente.

Figura 13.

Proceso de beneficio del látex del hule natural





Fuente: ASOHECA-PRONATTA (1998).

## 6. Red de abasto y comercialización del hule

Las Agroindustrias (*A/*) que comercializan el hule, en general son de dos tipos caracterizadas en función del tamaño de la *A/*, volumen de producción, mercados, controles de calidad, así como de los problemas que cada uno de ellos enfrenta.

Cuadro 14.

Tipos de agroindustrias presentes en la transformación de hule en México

Atributos y características	Beneficiadoras pequeñas	Grandes comercializadoras
Tamaño de acopio	300-400 t.	Superior a 3 000 t.
Volumen de producción	150 y 200 t.	1 500 a 1 800 t.
Destino de la producción	Empresas medianas.	Grandes empresas.
Control de Calidad	No establecen normas de calidad.	El 100% del hule procesado se clasifica como HEM-20, ISO 9001-2000.
Problemática	Alto manejo de químicos que ocasionan daños a la maquinaria.	Bajos volúmenes de materia prima y baja calidad de la materia prima.

Fuente: UTE-Innovación (2013).

### 6.1 Beneficiadoras pequeñas

Estas *A/* están constituidas por menos de 15 socios, quienes son productores de hule. Acopian entre 300 y 400 t de hule, operando a un 40-50% de la capacidad instalada. Para el aprovisionamiento de la materia prima, se instalan rutas de acopio lejanas a donde está instalada la *A/*, ocasionando que se eleven los costos del acopio.

El principal problema que enfrentan es el uso productos químicos en el manejo de la materia prima, lo que ocasiona daños a la maquinaria y además endurece el hule coagulado, rompe los enlaces químicos de las cadenas proteicas que forman la molécula de hule, reduciendo su elasticidad, por lo tanto implica un

mayor gasto de energía para procesarlo debido al endurecimiento que se produce en los coágulos.

La calidad de la materia prima —por exceso de agua e impurezas—, disminuye los rendimientos y eleva los costos de producción, pero la falta de compromiso y lealtad de los proveedores, impide que se puedan establecer normas de calidad para adquirir una de mayor pureza.

La comercialización del hule se realiza con empresas fabricantes de balones en Jalisco y Estado de México, en el caso del hule granulado con empresas llanteras. Las láminas de hule se venden a intermediarios en la Ciudad de México y en León, Guanajuato para la industria zapatera.

Leymad Beneficiadora y Comercializadora de Hule S.A. de C.V.

Los socios de la agroindustria están organizados en una figura jurídica denominada Leymad Beneficiadora y Comercializadora de Hule, Sociedad Anónima de Capital Variable, tiene su domicilio fiscal en la calle Agustín Lara No. 111D colonia Exnormal de la ciudad de Tuxtepec, Oaxaca. La maquinaria y equipo de proceso están instalados en el Parque Industrial Tuxtepec, Col. Obrera Benito Juárez, Tuxtepec, Oaxaca.

La empresa comenzó sus operaciones en 2005. Su objeto social principal es el beneficiado, el maquilado, la importación, exportación y comercialización de hule y látex natural. En el año 2009 instala equipo y maquinaria para la producción de hule granulado, el cual requiere de un proceso más tecnificado: esto mediante tres molinos que trituran el hule y lo granulan, se hace pasar por un horno de secado, una vez seco el hule, es empaquetado para su comercialización.

La agroindustria tiene una capacidad para procesar 4 t de hule granulado seco por turno de 8 horas, (8 t de materia prima o hule fresco por turno). La capacidad mensual es de 80 t y una capacidad anual de 960 t. Actualmente dejó de procesar hule laminado, ya que el hule granulado presenta mayores ventajas de mercado y también por la falta de materia prima.

Para la comercialización del hule granulado, tiene un contrato de compra-venta con la empresa Gaser de México y con Deportivos Yáñez, S.A. de C.V. de San Gabriel Jalisco, México, ambas dedicadas a la fabricación de balones.

## 6.2 Grandes comercializadoras

Las *A/* que integran este grupo presentan una capacidad de proceso superior a las 3 000 t anuales. Sin embargo, sólo llegan a acopiar volúmenes de materia prima que cubren el 50 al 60% de la capacidad instalada.

La oferta de materia prima por parte de los proveedores no cubre a plenitud los volúmenes requeridos por la industria procesadora. Esto se debe a la poca disponibilidad de materia prima por los efectos de la sequía que se presenta de marzo a mayo; por otra parte, durante el periodo de fuertes precipitaciones pluviales que ocurre desde mayo hasta agosto, se dificulta o impide la realización de la cosecha provocando un desabasto parcial de materia prima. Otro problema al que se enfrentan es la baja calidad de la materia prima que llega a la agroindustria (alto contenido de agua y de impurezas), lo que demerita la calidad del producto e impide estandarizar las características del hule seco obtenido.

Los principales canales de abasto de materia prima hacia la agroindustria son: a) Compras directas en la planta procesadora, b) Compras en los centros de acopio y c) Rutas de acopio.

En la actualidad, el proceso de transformación de la materia prima no presenta ningún problema puesto que cuentan con equipo y maquinaria moderna que garantiza que el hule técnicamente especificado cumpla con los estándares de calidad requerido por la industria final, mismos que se certifican mediante los resultados de los procedimientos y pruebas de laboratorio que se apegan a las normas oficiales. El 100% del hule procesado se clasifica como de calidad HEM-20, siendo este un producto con especificaciones técnicas y de calidad acorde a las normas mexicanas.

Las procesadoras no tienen problemas de comercialización con los volúmenes de hule, ya que la demanda es mucho mayor a la oferta del producto. Además, como se mencionó en líneas anteriores, cumplen con los requisitos de calidad que exige la industria nacional. Sus clientes principales son: la industria llantera, de elaboración de jarcería y la industria del calzado.

Estas *A/* ofrecen algunos apoyos a sus proveedores como la gestión de material vegetativo para la renovación de plantaciones, la venta de materiales e insumos a bajos precios, gestoría para acceder a programas federales de apoyo entre

otros. Ocasionalmente estas empresas proporcionan préstamos a algunos productores que lo solicitan ante emergencias económicas, en cuyo caso el cobro es contra la entrega de la materia prima.

#### Planta Comercializadora Látex de Tezonapa, SPR de R.L de C.V.

Localizada en Tezonapa, Veracruz, comenzó sus actividades el 20 de diciembre de 1980, se constituyó como la "Unión de Ejidos de Producción, Industrialización y Comercialización de Hule Natural", integrada en un principio por 13 ejidos del Municipio de Tezonapa, Ver., posteriormente se sumaron otros nueve ejidos, perteneciendo tres al Municipio de Acatlán de Pérez Figueroa, Oaxaca.

Su objetivo era iniciar el proceso de transferencia del beneficio de hule a los productores, sin embargo, se necesitaba una figura que respondiera a los requerimientos jurídicos y económicos del mercado, por lo que el 9 de julio de 1993 se constituyó la sociedad mercantil denominada "Planta Industrializadora de Hule de Tezonapa", (PINHUTE), integrada por 711 accionistas; posteriormente en el año 2007 cambia de razón social a "Planta Industrializadora de Hule de Tezonapa, S.A. de C.V." (PLIHTSA); Esta denominación duró hasta el 2010, a partir de entonces cambió su nombre a "Planta Comercializadora Látex de Tezonapa S.P.R. de R.L. de C.V." (PCLATEZ).

La empresa PCLATEZ, tuvo la necesidad de mejorar la calidad de su producto asumiendo el proceso de certificación ISO 9001-2000; logrando con esto ser proveedora importante de empresas industriales de alto prestigio como son: Bridgeston, Firestone y Tornel; que son las industrias llanteras más importantes del país.

Su producción promedio en los últimos tres años es de 6 026 098.3 t, en cuanto a sus precios se caracteriza por tomar como referencia la bolsa de Singapur (Malasia) para la fijación de precios y cotizaciones, con lo cual ofrece un precio fijo durante todo el año a sus proveedores.

La Planta Comercializadora de Látex de Tezonapa, SPR de R.L de C.V. trabaja con un concepto de protección al medio ambiente, ya que toda el agua que se deriva del proceso, se lleva a lagunas de sedimentación, donde es tratada por métodos naturales.

Para el año 2011 presentaron proyectos en el Programa de Trópico Húmedo para establecer 1 100 ha y producir 600 000 plantas en vivero, los cuales fueron autorizados.

## 7. Dinámica de la innovación en plantaciones de hule en México

### 7.1 Concepto de innovación

La innovación es considerada hoy como un importante instrumento para elevar la competitividad de las empresas, incluyendo las unidades de producción rural; se define como, “cambio basado en conocimientos que genera riqueza” (Muñoz, Aguilar, Rendón y Altamirano, 2007). Por ello la innovación es aceptada como un medio para potenciar el crecimiento económico; por lo tanto, es de suma importancia diseñar estrategias encaminadas a gestionar la innovación en México, en el medio rural, con cultivos o cadenas específicas y en regiones determinadas, esto mediante una estrategia de gestión de la innovación (EGI), que permita facilitar los cambios (tecnológicos, comerciales, organizativos y financieros, entre otros) apoyados en los conocimientos científicos y empíricos comprobados para generar riqueza.

### 7.2 Gestión de la innovación en la cadena productiva del hule

La gestión de la innovación se refiere a procesos orientados a organizar y dirigir los recursos disponibles con el objetivo de aumentar la aplicación de nuevos conocimientos e ideas para obtener nuevos productos, procesos y servicios o mejorar los ya existentes. En el país, dicha tarea se ha realizado a través de las “Agencias de Gestión de la Innovación para el Desarrollo de Proveedores” (AGI-DP)<sup>3</sup> que han estado operando desde el año 2010 en diferentes cadenas agroalimentarias de la región sur-sureste de México, entre los cultivos que han operado bajo este modelo se encuentra el hule, considerado (entre otros) como estratégico en el Programa Trópico Húmedo (PTH) de la SAGARPA.

Como resultado de la operación del PTH en el ejercicio 2011, se tiene amplio conocimiento regional sobre los niveles de innovación en el cultivo en los estados

---

<sup>3</sup> El modelo denominado Agencias de Gestión de la Innovación (AGI), está enfocado a desarrollar equipos de profesionistas en el medio rural mexicano orientados a la gestión para resultados tomando como estrategia básica a la innovación, animando la interacción de los actores de las cadenas agroalimentarias a nivel territorial, con énfasis en los productores rurales (Aguilar, Rendón, Muñoz, Altamirano y Santoyo, 2011), en este caso se incluye el término DP porque el modelo AGI se focaliza en desarrollar proveedores (DP) en determinados cultivos agroindustriales, en este caso de hule.

de Chiapas (en la región Selva), Oaxaca (en la región Tuxtepec), Tabasco (en la región de Los Ríos) y Veracruz (en los municipios de Tezonapa, Playa Vicente y Las Choapas, principalmente).

### 7.3 Análisis de la innovación en plantaciones de hule

104

A través de un trabajo coordinado con ocho AGI-DP participantes en el PTH 2011 en plantaciones de hule, mismas que operaron con recursos federales, se obtuvo un catálogo de innovaciones (ver Anexo 1) consideradas como importantes para el cultivo del hule. Además de considerar aspectos como nutrición, sanidad y manejo agronómico o de la plantación se incluyeron innovaciones en temas de organización de productores y de administración de las unidades de producción.

Las innovaciones, definidas en el catálogo, fueron validadas para su promoción con productores y así lograr una mayor implementación o adopción. Al consenso logrado respecto al catálogo se aunó la estandarización de la información para poder recabarla vía una encuesta aplicada en los estados referidos. De esta manera, partiendo de 49 innovaciones agrupadas en ocho categorías, se realizó un diagnóstico mediante una Encuesta de Línea Base (ELB), para conocer el estatus inicial del nivel de innovación de los productores, información necesaria para planear una Estrategia de Gestión de la Innovación (EGI). Posteriormente, después de implementar la EGI y al final de la intervención de la AGI-DP se efectuó una evaluación de los impactos alcanzados en la adopción de innovación, esto mediante una Encuesta de Línea Final (ELF).

### 7.4 Indicadores utilizados para medir el nivel de innovación

- a) *Índice de adopción de innovaciones (InAI)*. Este indicador se usa para medir el nivel de innovación de cada productor o Empresa Rural (ER), y es calculado tomando como base los aportes de Muñoz, Rendón, Aguilar, García y Altamirano (2004). Este índice toma valores que van de cero a uno, donde cero indica un nivel de innovación nulo y uno es el nivel más innovador que puede adoptar un productor. Se calcula por cada categoría de innovación y al final se obtiene un promedio de las ocho categorías, llamado InAI general o global.

- b) *Tasa de adopción de innovaciones (TAI)*. Expresa el porcentaje de productores adoptantes de cada innovación contenida en el listado del catálogo de innovaciones en plantaciones de hule; por tanto, puede tomar valores entre 0 y 100%.
- c) *Brecha de adopción de innovaciones (entre individuos)*. Se define como la diferencia que existe entre la ER con mayor InAI y la ER con menor InAI.
- d) *Brecha de oportunidad para la promoción de la innovación*. Es el valor que existe entre el indicador de innovación (InAI o TAI) y el valor que define la implementación total de la innovación, es decir 1 (uno) para el InAI y 100 para el TAI. Se calcula: a) Por individuo restando a 1 el InAI de la ER o; b) Por innovación restando a 100 el TAI. En ambos casos el resultado es la oportunidad que tiene el productor para innovar o en el otro caso, la oportunidad de promover la innovación entre los productores.

Los detalles de cálculo, así como otros indicadores que se pueden obtener a partir de información similar, puede consultarse también a Muñoz *et al.* (2007).

## 7.5 Perfil del productor y de su unidad de producción

Debido a que la decisión de adoptar cualquier innovación está relacionada con diferentes factores como son el perfil del productor, el tamaño de la unidad de producción, la edad productiva de la misma, y variables institucionales como apoyos, acceso a crédito, etcétera; esta información resulta necesaria para conocer a los individuos con los cuales se trabajará para promover, adoptar e incrementar los niveles de innovación.

En este sentido, los productores de hule en promedio rondan los 55 años de edad; en Oaxaca se localizan los mayores, seguido en orden descendente por Tabasco, Veracruz y Chiapas (Cuadro 15).

La escolaridad es una variable importante al momento de difundir conocimientos codificados o científicos, por ello debe ser considerada dentro de cualquier estrategia que conlleve trabajo con productores y más cuando se trata del desarrollo de capacidades. En las plantaciones de hule se encontraron productores con escolaridades muy bajas, en promedio el 4to año de primaria, el nivel más

alto se registra en Tabasco donde alcanzan el 5to año de primaria, por el contrario Chiapas presenta la escolaridad más baja (Cuadro 15).

Cuadro 15.  
Perfil de los productores de hule del sur-sureste de México

Estado	Est <sup>1</sup>	Edad	Escolaridad	Experiencia	% Mujer
Chiapas (n=208)	Media	50.76	3.62	10.84	15.87
	D. E. <sup>2</sup>	12.62	3.31	6.01	
Oaxaca (n=300)	Media	57.59	3.91	23.33	12.67
	D. E.	12.66	3.01	10.53	
Tabasco (n=104)	Media	55.08	5.00	18.23	25.00
	D. E.	15.06	3.26	8.94	
Veracruz (n=468)	Media	54.92	4.43	16.32	17.52
	D. E.	13.81	4.12	9.05	
Total (n=1 080)	Media	54.88	4.19	17.40	16.57
	D. E.	13.58	3.62	9.97	

<sup>1</sup>Est: estadístico; Edad: edad del productor, en años; Escolaridad: escolaridad efectiva del productor, en años; Experiencia: experiencia en la actividad expresada en años; %Mujer: proporción de mujeres como productoras de hule.

<sup>2</sup> Desviación estándar.

Fuente: UTE-Innovación (2013).

La experiencia que tienen en la actividad —medida como años que tiene el productor cultivando hule—, es considerable pues en promedio asciende a 17 años; es decir, no son productores noveles en el sistema producto, cabe señalar que se encontró un fuerte arraigo al manejo tradicional del cultivo, y resulta difícil hacer que los productores cambien de parecer y lo hagan de manera diferente, esta variable está muy relacionada con la edad del productor pues existen casi las mismas diferencias entre los estados, la mayor experiencia la tienen los productores de Oaxaca.

Por último, una variable importante es la participación de la mujer en el sistema productivo hule como dueñas y tomadoras de decisiones en las plantaciones, el 16.6% de las unidades de producción están encabezadas por mujeres; Tabasco presenta la mayor participación de la mujer en esta condición, en comparación con los demás estados.

En cuanto a las unidades de producción existen grandes diferencias entre los estados analizados, las plantaciones de hule son en promedio de seis hectáreas; sin embargo, en Chiapas la media es de 11.2 ha; los productores con menor superficie están en el estado de Oaxaca. Los productores poseen tanto plantaciones en producción como en desarrollo, en promedio el 77% de la plantación se encuentra en producción; pero en Oaxaca, existe muy poca superficie en desarrollo, apenas de 0.1 ha en promedio. De manera general, los productores tienen cuatro hectáreas en producción y dos en desarrollo. En Chiapas y Veracruz, hay mayor posibilidad de incrementar la superficie sembrada porque los productores en promedio cuentan con alrededor de 20 ha de superficie cultivable, pero sólo utilizan el 56% de su superficie total.

Cuadro 16.  
Perfil de las unidades de producción de hule del sur-sureste de México

Estado	Est <sup>1</sup>	SPr	SDs	SPla	ST	PPPr	PTP
Chiapas (n=208)	Media	4.62	6.56	11.17	21.19	58.77	56.30
	D. E. <sup>2</sup>	4.49	8.87	11.13	19.91	39.25	29.62
Oaxaca (n=300)	Media	2.73	0.10	2.83	8.28	97.79	47.44
	D. E.	1.90	0.43	2.00	6.91	9.52	30.06
Tabasco (n=104)	Media	4.23	1.58	5.81	13.90	78.80	64.07
	D. E.	3.21	2.11	4.06	15.49	26.09	35.53
Veracruz (n=468)	Media	4.04	1.66	5.70	19.30	71.72	44.57
	D. E.	8.23	4.94	12.06	46.06	35.04	30.27
Total (n=1 080)	Media	3.80	2.16	5.97	16.08	77.15	49.50
	D. E.	5.97	5.58	9.87	32.52	33.37	31.26

<sup>1</sup>Est: estadístico; SPr: superficie de hule en producción (ha); SDs: superficie de hule en desarrollo (ha); SPla: superficie de la plantación de hule; ST: superficie total que posee el productor (ha); PPPr: proporción de la plantación en producción; PTP: proporción de la superficie total que posee el productor con plantación de hule.

<sup>2</sup> Desviación estándar.

Fuente: UTE-Innovación (2013).

## 7.6 Indicadores de innovación en plantaciones de hule en el sur-sureste de México

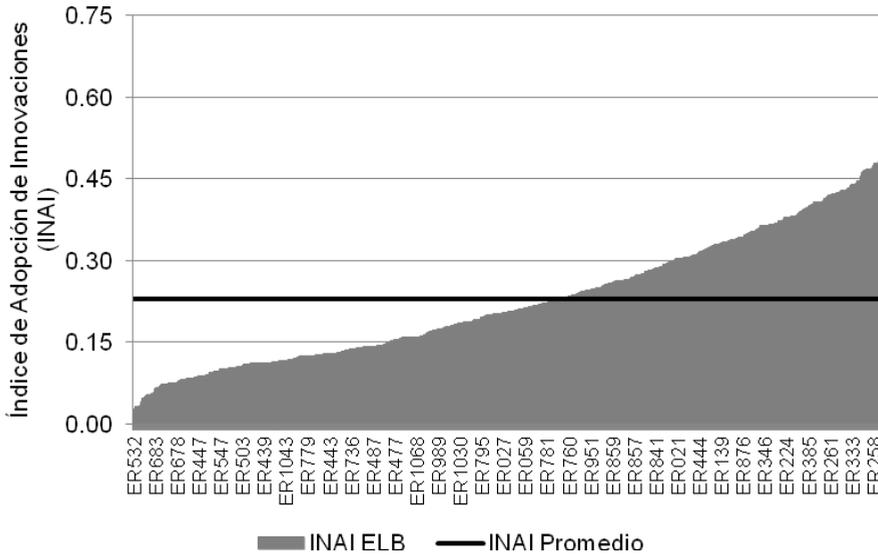
### 7.6.1 Índice de adopción de innovaciones (InAI)

En general, los niveles de adopción de innovaciones, medido a través del InAI, son bajos; apenas del 0.23, lo que expresa que en promedio se adopta el 23% de las innovaciones contenidas en cada categoría de innovación (ver Anexo 1). Sin embargo, en general la brecha en el índice de adopción va desde 0.02 hasta 0.65 (Figura 14), esto indica que en los cuatro estados analizados existen productores de hule muy innovadores y otros que básicamente no implementan ninguna innovación en su plantación. Poco más del 50% de los encuestados durante la ELB (56% de 1 080 productores) se encontraban debajo del InAI promedio; en cambio son muy pocos los productores con niveles de innovación cercanos al productor más innovador. Existe así un amplio margen de oportunidad para promover innovaciones con productores, también hay un margen de ellos que pueden fungir como “productores espejo” y con ello facilitar esquemas demostrativos con otros productores.

Parte del diseño de una estrategia de intervención que contemple trabajar con productores, difundiendo innovaciones y promoviendo su adopción, es tomar en cuenta indicadores como los mostrados en la Figura 14. De esta manera, un equipo de profesionales en plantaciones de hule y con competencias complementarias, llamado AGI-DP, implementaron un plan de trabajo con el objetivo de incrementar los niveles de innovación posterior a una intervención vía capacitación y asistencia técnica a productores, para evaluar el logro de ese objetivo, se realizó una Encuesta de Línea Final (ELF) que se comparó posteriormente con los indicadores de la ELB. Los resultados indicaron (Cuadro 17), que de manera general el índice de adopción se incrementó de manera absoluta en casi 0.05 y 21.3% medido como un cambio porcentual de los niveles de innovación entre la ELB y la ELF. Es decir, la intervención de las AGI-DP tuvo efectos positivos en los incrementos del InAI.

Figura 14.

Índice de adopción de innovaciones (InAI) en el Sur-Sureste de México en plantaciones de hule



Fuente: UTE-Innovación (2013).

Los mayores incrementos en la adopción de innovaciones, ocurrieron en Oaxaca, con un cambio porcentual de 31.1%; de manera contraria, en Veracruz, los incrementos fueron los menores, apenas de 15.3% (Cuadro 17). Cabe mencionar que aunque de manera absoluta, los cambios en el InAI fueron muy similares entre Tabasco y Veracruz, los cambios porcentuales son diferentes debido a que en Tabasco los niveles de innovación en la ELB resultaron muy bajos en comparación con los demás estados.

Cuadro 17.  
Comparación del InAI en productores de hule en México

Estado	Etapas	n	InAI promedio	Desviación estándar	C.V. (%)
Chiapas	ELB	208	0.2641	0.0611	23.1
	ELF	176	0.3273	0.0689	21.0
	<i>Incremento</i>		<i>0.0632</i>		
	<i>Cambio %</i>		<i>23.93</i>		
Oaxaca	ELB	300	0.2903	0.1301	44.8
	ELF	250	0.3807	0.1488	39.1
	<i>Incremento</i>		<i>0.0904</i>		
	<i>Cambio %</i>		<i>31.14</i>		
Tabasco	ELB	104	0.1100	0.0365	33.2
	ELF	100	0.1436	0.0895	62.4
	<i>Incremento</i>		<i>0.0336</i>		
	<i>Cambio %</i>		<i>30.55</i>		
Veracruz	ELB	468	0.2000	0.1148	57.4
	ELF	452	0.2306	0.1100	47.7
	<i>Incremento</i>		<i>0.0306</i>		
	<i>Cambio %</i>		<i>15.30</i>		
Total	ELB	1080	0.2288	0.1194	52.2
	ELF	978	0.2775	0.1375	49.6
	<i>Incremento</i>		<i>0.0487</i>		
	<i>Cambio %</i>		<i>21.28</i>		

Fuente: UTE-Innovación (2013).

En estas diferencias se encontraron detalles interesantes, por ejemplo en Oaxaca se incrementó en mayor medida la adopción de innovaciones aunque sus productores cuentan con la mayor experiencia en la actividad; además, en general la variación (coeficiente de variación en %) de los indicadores disminuyó y eso significa que además de incrementar la adopción de innovaciones, ya no existe una brecha amplia entre los productores o por lo menos ésta se redujo; únicamente en Tabasco se incrementó la variación y esto se asocia a que la estrategia de intervención estuvo más vinculada a trabajar con productores de mayor nivel de innovación y de alguna manera esto incrementa la brecha o que incluso existen productores que quedaron sin atender. Ambas estrategias de intervención muestran indicadores positivos, aunque hasta el momento no se puede decir con certeza

cuál es la mejor, puesto que la primera busca reducir la brecha existente entre los productores menos y más innovadores; mientras que en la segunda, se genera mayor conocimiento para los productores, que lo aprovechan más y que posteriormente es posible que lo difundan a otros productores.

Los resultados en los incrementos del InAI entre la ELB y la ELF, posterior a la intervención de las AGI-DP, se debe a la adopción de innovaciones de las categorías definidas con anterioridad. En el Cuadro 18 se presentan las diferencias obtenidas en cada una de las ocho categorías, las innovaciones referidas a la categoría e. Administración de la unidad de producción como son: 25. *Registra las prácticas efectuadas (fecha, insumos, práctica)*; 27. *Registra los egresos de la unidad de producción*; 28 *Contrata asistencia técnica / consultoría*, entre otras) fueron adoptadas en mayor medida, seguidas de las innovaciones que conforman las categorías de g. Cosecha y a. Nutrición (Figura 15).

De la misma manera, en el Cuadro 18 se puede verificar que existen categorías que desde la aplicación de la ELB ya se encuentran adoptadas con niveles aceptables como son las innovaciones: d. Manejo de la plantación y b. Sanidad, por lo cual los incrementos de adaptación en la ELF son menores o incluso negativos; es decir, innovaciones ampliamente adoptadas es difícil incrementarlas pues de alguna manera ya están estabilizadas dentro de los productores o en su caso, posiblemente, algunos las dejaron de hacer porque las efectuaban de manera errónea o a destiempo.

Por otra parte, innovaciones de las categorías: c. Manejo sostenible de recursos y h. Reproducción y mejoramiento genético no aumentan considerablemente en la ELF (Cuadro 18 y Figura 15), esto se asocia a que esas innovaciones requieren de mayor tiempo para su adopción o incluso de mayor credibilidad; en algunos casos, se tendría que mejorar el material genético con el que cuentan las plantaciones.

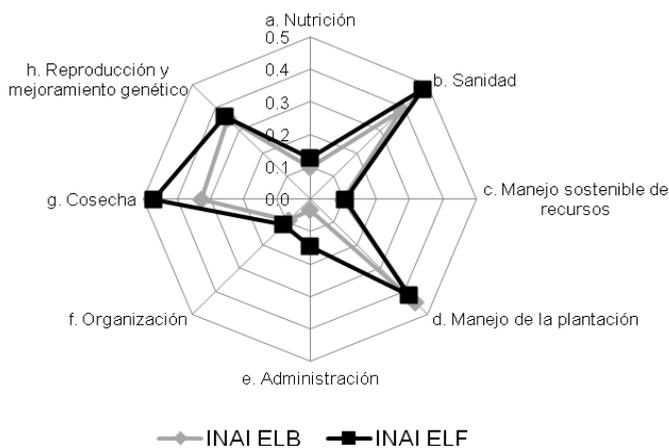
Cuadro 18.  
Cambio en la adopción de innovaciones (InAI) por categoría, resultado de la intervención bajo el modelo AGI-DP en plantaciones de hule en México

Categoría de Innovación	InAI ELB	InAI ELF	Dif abs <sup>1</sup>	Cambio%
a. Nutrición	0.0970	0.1269	0.0299	30.82
b. Sanidad	0.3874	0.4798	0.0924	23.85
c. Manejo sostenible de recursos	0.1001	0.1055	0.0054	5.39
d. Manejo de la plantación	0.4487	0.4199	-0.0288	-6.42
e. Administración	0.0320	0.1439	0.1119	349.69
f. Organización	0.0906	0.1121	0.0215	23.73
g. Cosecha	0.3252	0.4709	0.1457	44.80
h. Reproducción y mejoramiento genético	0.3500	0.3620	0.0120	3.43
General	0.2288	0.2775	0.0487	21.28

<sup>1</sup>Dif abs: diferencia absoluta entre los indicadores de la ELF y ELB.

Fuente: UTE-Innovación (2013)

Figura 15.  
InAI por categoría en productores de hule en México, comparación entre ELB y ELF



Fuente: UTE-Innovación (2013).

Como se ha comentado, con el uso del indicador InAI que permite medir el nivel de innovación en productores, se puede verificar el nivel de adopción de diferentes innovaciones y con ello evaluar a qué nivel impacta una estrategia de intervención destinada a potenciar las cadenas productivas a través de la difusión y adopción de innovaciones.

Por otra parte, cabe mencionar que las AGI-DP no operan o no focalizan sus actividades seleccionando las mismas innovaciones para difundirlas, es decir, cada una de las Agencias puede decidir cuáles, cómo y con quiénes promover diferentes innovaciones para su adopción y, esto puede ser uno más de los elementos que ayuden a explicar los resultados obtenidos; de esta manera, en el Cuadro 19 se puede verificar que en Oaxaca se incrementó la adopción de innovaciones en las categorías: c. Manejo sostenible de recursos, d. Manejo de la plantación, f. Organización, h. Reproducción y mejoramiento genético; por su parte, en Chiapas aumentaron las categorías: b. Sanidad, e. Administración; en Tabasco, la categoría: g. Cosecha y; por último, en Veracruz, la categoría: a. Nutrición. En general, en Oaxaca el InAI aumentó en mayor medida que en los otros estados.

Cuadro 19.  
Diferencias en INAI por Estado y categoría de innovación, resultado de la intervención bajo el modelo AGI-DP, en plantaciones de hule en México

Var <sup>1</sup>	Categoría de innovación								
	Cat a	Cat b	Cat c	Cat d	Cat e	Cat f	Cat g	Cat h	Gen
<i>Chiapas</i>									
ELB	0.13	0.39	0.15	0.56	0.00	0.08	0.40	0.39	0.26
ELF	0.11	0.60	0.16	0.56	0.16	0.10	0.48	0.44	0.33
DA <sup>2</sup>	-0.02	0.21	0.02	0.00	0.16	0.02	0.07	0.05	0.06
C% <sup>3</sup>	-14.2	53.9	11.1	0.4	3214.3	18.2	17.8	13.6	23.9
<i>Oaxaca</i>									
ELB	0.19	0.55	0.10	0.62	0.03	0.00	0.38	0.44	0.29
ELF	0.23	0.61	0.16	0.64	0.20	0.12	0.57	0.51	0.38
DA <sup>2</sup>	0.04	0.06	0.06	0.02	0.17	0.12	0.18	0.07	0.09
C% <sup>3</sup>	22.7	10.8	57.7	3.2	573.9	2925.0	48.3	14.7	31.1
<i>Tabasco</i>									
ELB	0.10	0.18	0.04	0.19	0.00	0.01	0.16	0.21	0.11
ELF	0.05	0.25	0.03	0.18	0.10	0.00	0.37	0.16	0.14
DA <sup>2</sup>	-0.05	0.08	-0.01	-0.01	0.10	-0.01	0.21	-0.04	0.03
C% <sup>3</sup>	-48.0	42.5	-23.0	-4.0	3078.1	-100.0	131.5	-21.3	30.5
<i>Veracruz</i>									
ELB	0.02	0.33	0.09	0.35	0.05	0.17	0.29	0.31	0.20
ELF	0.09	0.41	0.07	0.29	0.11	0.14	0.44	0.30	0.23
DA <sup>2</sup>	0.07	0.08	-0.02	-0.05	0.06	-0.03	0.15	-0.01	0.03
C% <sup>3</sup>	323.6	25.1	-24.9	-15.0	118.8	-17.7	50.9	-3.6	15.3

<sup>1</sup>Var: variable por estado: Cat a. Nutrición; Cat b. Sanidad; Cat c. Manejo sostenible de recursos; Cat d. Manejo de la plantación; Cat e. Administración; Cat f. Organización; Cat g. Cosecha; Cat h. Reproducción y mejoramiento genético; Gen: INAI General. <sup>2</sup>DA: diferencia absoluta entre INAI de ELF y ELB. <sup>3</sup>C%: cambio porcentual entre el INAI de ELF y ELB.

Fuente: UTE-Innovación (2013).

### 7.6.2 Tasa de Adopción de Innovaciones (TAI)

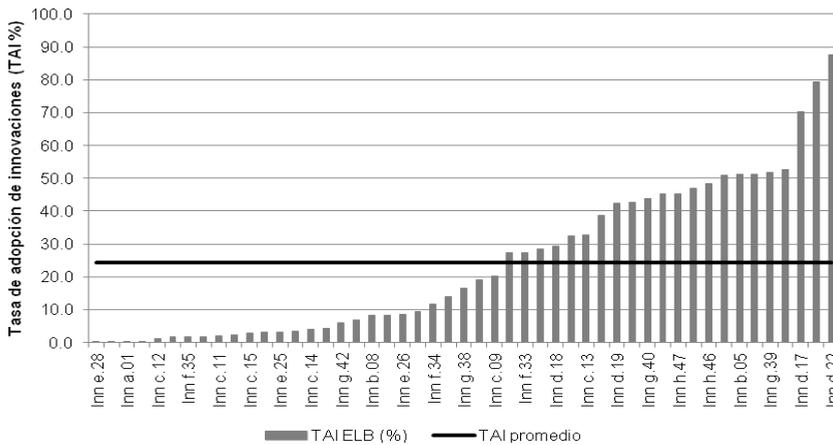
Con la definición de un catálogo de 49 innovaciones (ver Anexo 1), que en su momento fueron contrastadas con una ELB para conocer los niveles de innovación por parte de los productores de hule, surge la necesidad de saber no sólo quiénes son los productores más y menos innovadores, sino también, cuáles son las innovaciones más adoptadas y al contrario, las de menos adopción.

Por tanto, para conocer el nivel de adopción de cada innovación por los productores de hule se utilizó el indicador tasa de adopción de innovaciones (TAI) expresado en porcentaje. De esta manera, se sabe que todas las innovaciones tenían cierto nivel de adopción durante la aplicación de la ELB (Figura 16); es decir con el TAI, se midió la proporción de productores que adoptan cualquier innovación del catálogo definido para tal fin (ver Anexo 1).

115

Figura 16.

Tasa de adopción de innovaciones (TAI %) en el Sur-Sureste de México en plantaciones de hule



a, b, c, d, e, f, g, h: representan la categoría a la cual pertenecen las innovaciones, de esta manera a: Nutrición; b: Sanidad; c: Manejo sostenible de recursos; d: Manejo de la plantación; e: Administración; f: Organización; g: Cosecha y; h: Reproducción y mejoramiento genético.

Fuente: UTE-Innovación (2013).

Así se encontró que la brecha entre la innovación menos adoptada (e. 28 Contrata asistencia técnica / consultoría) a la más adoptada (d. 22 Control de malezas dos o más veces por año) fue de 0.1% a 87.6%, respectivamente; es decir, de 85.6%. De manera general, la TAI fue de 24.3% lo cual significa que en promedio casi una cuarta parte de los productores adoptaba alguna de las 49 innovaciones; por supuesto, este indicador representa el promedio de la tasa de adopción de cada innovación.

El indicador de la TAI es utilizado de manera importante por las AGI-DP para identificar en su estrategia de intervención, cuáles son las innovaciones que deben ser promovidas y con las que tendrían cierta oportunidad de impactar en la cadena productiva, trabajando para incrementar su adopción con los productores de hule.

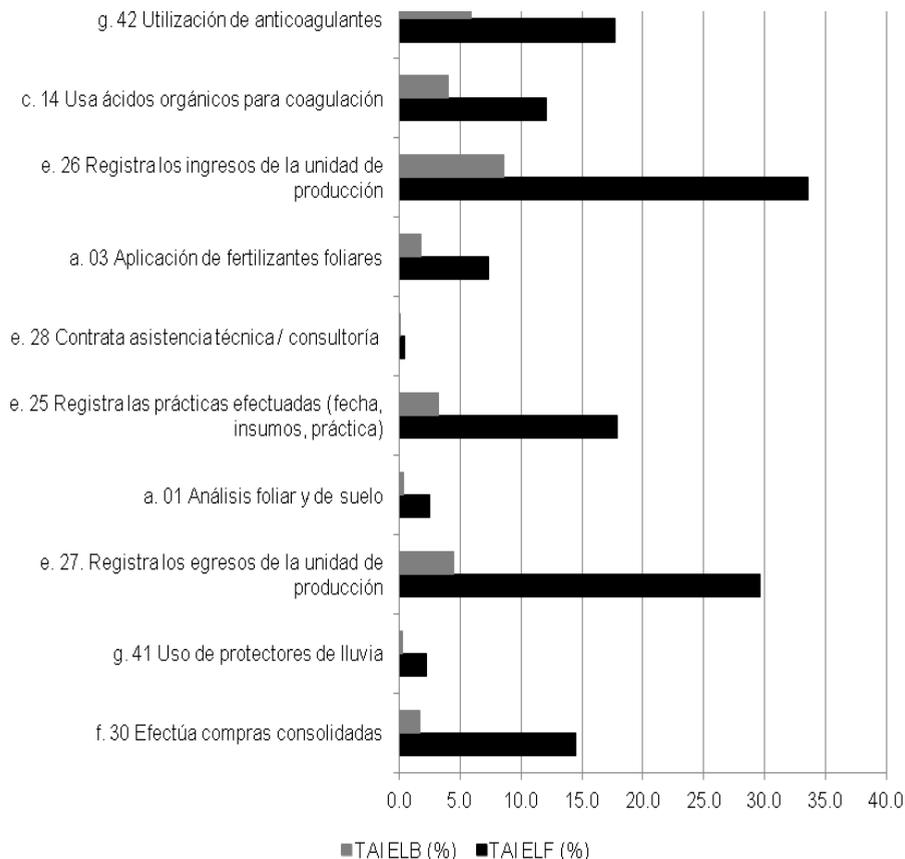
En este sentido, la oportunidad de adopción de una innovación en particular siempre será mayor en innovaciones con TAI bajas, en comparación con innovaciones con altos niveles de adopción. Sin embargo, las AGI-DP como parte de su interacción con productores promueven el fortalecimiento y la mayor apropiación de las innovaciones con TAI altos, esto resulta importante, por ejemplo independientemente de que un productor reporta que conoce y hace la innovación, ésta pudiera ser realizada de manera inadecuada y entonces con la capacitación y asistencia técnica por parte de las AGI-DP se logra que el productor realice la innovación adecuadamente.

Posterior a la intervención de las AGI-DP, y con la aplicación de una ELF se logró analizar el incremento en la TAI, pasando de 24.3% en la ELB a 29.7% en la ELF. Con mayor precisión, se lograron identificar 10 innovaciones con cambios porcentuales superiores a 150 (ver Figura 17), que en algunos casos coincide con innovaciones cuyo TAI en la ELB fue muy bajo.

Cabe destacar que las innovaciones incluidas en el catálogo definido (Anexo 1) incrementaron su TAI en la mayoría de los casos, en mayor o menor medida (Anexo 2); esto se asocia a que las AGI-DP que atendieron las plantaciones de hule, aunque definieron innovaciones en particular para promover con los productores como parte de su estrategia de intervención, también promovieron otras innovaciones alternas para el mayor fortalecimiento de las plantaciones, ocasionando incrementos en la adopción de todas las categorías (ver Cuadro 19).

Figura 17.

Principales innovaciones con el mayor incremento porcentual de adopción, en plantaciones de hule en México, comparación entre ELB y ELF



a, c, e, f, g: representan la categoría a la cual pertenecen las innovaciones, de esta manera a: Nutrición; c: Manejo sostenible de recursos; e: Administración; f: Organización y; g: Cosecha.

Fuente: UTE-Innovación (2013).

También cabe comentar que existen innovaciones en donde los cambios porcentuales son negativos y esto podría deberse a que las muestras tomadas en los productores en donde se aplicó la ELB y la ELF son diferentes y no coinciden en el 100% de los productores, es decir, ambos listados contienen nombres diferentes pues metodológicamente se tomaron muestras —antes y después de la intervención AGI-DP— para medir el impacto de la estrategia de gestión de la innovación; se realiza de esta manera porque si únicamente se aplicara la ELF a los productores atendidos, se estaría sobrestimando la intervención AGI-DP; este tipo de cambios porcentuales negativos, también está asociado a que en los territorios de intervención AGI-DP existen muchos productores y por tanto los impactos se “diluyen” más; sin embargo, aunque este tipo de supuestos o de situaciones ocurren con el modelo AGI-DP, hay que destacar que los incrementos finales en la adopción de innovaciones siempre son positivos.

## 8. Perspectivas del cultivo de hule

Tanto a nivel nacional como a nivel mundial, la producción de hule natural no cubre las demandas del mercado actual. Ante esta situación, surgen nuevos retos y oportunidades principalmente para los países con alto potencial productivo, en donde los retos principales son la innovación tecnológica, las políticas gubernamentales y la cultura organizacional, con el propósito de alcanzar los niveles de competitividad que les permitan ubicarse estratégicamente en mercados tanto nacionales como internacionales.

En ese contexto, México cuenta con muchas ventajas que lo convierten en un país con alto potencial productivo, pues dispone de 350 562 ha óptimas para el cultivo del hule (equivalente al 60% de la superficie cultivada en India), geográficamente, posee una estratégica ubicación comercial por su cercanía a EUA, país consumidor de casi el 10% de la producción mundial de hule natural. Aunado a lo anterior existe una demanda interna no satisfecha (importación del 85% del consumo nacional), situación que asegura un mercado altamente demandante, además de que los precios internacionales están garantizados por largo tiempo.

En un estudio realizado por Vijayakumar (2011) en las regiones productoras de hule en México, se identifican áreas de mejora al sistema de producción actual

y se proponen agrotecnologías para contribuir a mejorar la productividad. Por ejemplo, con el uso de protectores para la lluvia en los paneles de pica, se proyecta incrementar hasta un 30% los rendimientos obtenidos, también se sugiere mejorar los sistemas de pica debido a que existe un grave problema de consumo de corteza y realizar prácticas como el control de pica ascendente y la aplicación de fosforo soluble en suelos ácidos ( $\text{pH} < 5.0$ ), con lo que se podría incrementar en más del 100% la producción de látex. Otras prácticas sugeridas relacionadas con la sustentabilidad del agrosistema son la realización de tazones de 120 x 120 cm, elaboración de terrazas y curvas de nivel, el uso de cultivos de cobertera, el arroje durante el verano para conservar la humedad, la inducción de ramas y el establecimiento de cultivos intercalados en las plantaciones en desarrollo.

Respecto a los clones utilizados, el IAN 710, 873 y RRIM 600 tienen grandes expectativas productivas de acuerdo con los resultados hasta ahora obtenidos, ya que pueden producir fácilmente hasta dos t de hule seco, por lo que se recomiendan ampliamente para el establecimiento de explotaciones comerciales a gran escala y con fines de exportación.

Para el establecimiento de nuevas plantaciones es necesaria la preparación del suelo y abordar el problema del bajo pH, aplicando cal y abonos orgánicos y posteriormente, aplicar fertilizantes que contengan DAP (Fosfato Diamónico).

En resumen, las buenas recomendaciones para el cultivo del hule son: tener buena calidad genética de los materiales de siembra, usar plantas fuertes, sanas y homogéneas, efectuar la plantación en el momento adecuado del año (a principio de la época de lluvias para aprovechar el agua), y usar la densidad correcta de plantación que es de 476 plantas  $\text{ha}^{-1}$ , lo que permite el adecuado desarrollo de los árboles.

En relación al procesamiento del hule, la falta de materia prima es un grave problema ya que actualmente existen empresas procesadoras que no están operando por esta causa, mientras que las que se encuentran activas, no aprovechan la totalidad de su capacidad instalada subutilizando infraestructura, lo cual propicia altos costos de producción que repercuten en bajos precios de compra ofertados al productor. El establecimiento progresivo de nuevas plantaciones y el manejo adecuado de las ya establecidas, son las iniciativas que se deben considerar para incrementar la oferta del hule como materia prima.

En México, se produce hule en coágulo de calidad HEM 20 y superiores como HEM 10 y HEM 5, sin embargo, las empresas procesadoras sólo lo etiquetan como HEM 20 (destinados a la industria llantera), cuyos precios de venta son inferiores a los que podría recibir si los etiquetara con la calidad real. Es este sentido, se debe apostar a explorar mercados que requieran mayor calidad incluso en el extranjero, y aprovechar la oportunidad de mejorar los ingresos principalmente de los productores primarios.

Otra propuesta para mejorar los ingresos del productor es la promoción de la producción del hule laminado ahumado o RSS (por sus siglas en inglés), que tiene la ventaja de menores costos de producción respecto al del HEM y asegurar mejores precios de comercialización, además de ser una opción para los pequeños productores de lugares aislados; para producirlo se deben adquirir laminadoras que pueden ser importadas de India.

Dado el potencial del cultivo, la disponibilidad de tecnologías y la oportunidad económica que el cultivo del hule representa, es indispensable ejecutar un plan de acción que involucre de manera convergente a los diferentes actores de la cadena productiva: productores, empresas procesadoras, institutos de enseñanza e investigación, gobierno. Comenzando por concientizar a los planificadores y tomadores de decisiones del país, respecto al gran potencial que tiene el cultivo del hule en México, junto a su capacidad de ser una gran fuente de empleo y de prosperidad rural.

Para un pronto desarrollo de la industria del hule natural en el país, Vijayakumar (2011) propone que en México al igual que en otros países, debe constituirse un Consejo del Hule, un organismo autónomo ubicado en la secretaría de agricultura con poderes estatutarios tal como se hizo en India con la Ley del Hule de 1947, este autor propone integrar al Consejo los departamentos de producción e investigación, el instituto de capacitación del hule, el de procesamiento de hule y el de desarrollo de productos. Para el financiamiento del Consejo, el especialista hindú recomienda que el gobierno establezca un impuesto tanto a las importaciones nacionales de hule en cualquier presentación, como al consumo, un peso por kilo de hule consumido internamente. Adicionalmente, el gobierno deberá buscar otras opciones de financiamiento como el Banco Mundial, el Fondo Común para los Comodity (CFC) y/o empresas llanteras.

Otra recomendación es constituir un Instituto de Investigación del Hule, con una planta de al menos 25 investigadores y un director, preferentemente ubicado en Tabasco dotado de áreas para experimentación de al menos 1 000 ha y de laboratorios especializados en diferentes áreas.

Se recomienda que este nuevo instituto pueda unirse como miembro al IRRDB, con sede en Kuala Lumpur, Malasia, esta membrecía contiene muchos beneficios: sirve para mediar en los intercambios de clones entre los países miembros, también para acceder a la colección de germoplasma colectado en la Selva Amazónica, participación en las conferencias internacionales que realiza cada año sobre el hule, y en las capacitaciones y talleres internacionales que brinda.

## Referencias citadas

- Aguilar Á., J.; Muñoz R., M.; Rendón M., R.; y J.R. Altamirano C. 2007. Selección de actores a entrevistar para analizar la dinámica de la innovación bajo un enfoque de redes. Universidad Autónoma Chapingo. Serie Agencias para la Gestión de la Innovación.
- Aguilar Á., J.; Rendón M., R.; Muñoz R., M.; Altamirano C., J.R. y Santoyo C. V.H. 2011. Agencias para la Gestión de la Innovación en Territorios Rurales, *En: Pensado E., M.R. (coord) Territorio y ambiente: aproximaciones metodológicas*. Siglo XXI Editores. México. pp. 79-98.
- Aguirre R., C. 1997. Manual para el Cultivo del Hule (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.), Consejo Mexicano del Hule, A.C.
- Aguirre R., C. 2013. Estudio prospectivo de la cadena de hule. Programa Estratégico para el Desarrollo Rural Sustentable de la Región Sur-Sureste de México: Trópico Húmedo (TH) impulsado por la Secretaria de Agricultura Ganadería Desarrollo Rural Pesca y Alimentación (SAGARPA).
- Alarcón R., J.J.; Arévalo P., E.; Díaz J., A.L.; Galindo A., J.R.; y A. Rosero. 2012. Manejo integrado de plagas enfermedades en el cultivo del caucho (*Hevea brasiliensis*): Medidas para la temporada invernal. ICA. Colombia.
- Anacafé (Asociación Nacional del Café). 2004. Cultivo de hule. Programa de diversificación de ingresos en la empresa cafetalera.
- ASOHECA (Asociación de Reforestadores y Cultivadores de Caucho del Caquetá) - Programa Nacional de Transferencia de Tecnología Agropecuaria (PRONATTA). 1998. Aprovechamiento y beneficio del caucho natural. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. República de Colombia.
- Compagnon, P. 1998. El caucho natural, biología, cultivo, producción. Consejo Mexicano del Hule CIRAD-CMH. México.

- Consejo del Hule en Chiapas. 2008. Primera exportación de hule chiapaneco a Guatemala [Internet] Disponible en: <http://noticiaspalenque.wordpress.com/2008/08/26/inician-productores-chiapanecos-exportaciones-de-hule-a-guatemala/>
- CMH (Consejo Mexicano del Hule, A.C.). 2000. Manual para el cultivo del hule: *Hevea brasiliensis* en México. CMH. México, D.F.
- CMH (Consejo Mexicano del Hule, A.C.). 2002. Ficha Técnica Número 1. El vivero en bolsa brotada. Versión 1.1/98.
- Cruz M., A.; Gómez A., A.; Obando, M.; Martínez R., R.; y C. Muñoz. 1993. El hule (*Hevea brasiliensis*). Ministerio de Desarrollo Agropecuario y Reforma Agraria; Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), Nicaragua.
- FAO-FAOSTAT. 2010. Estadística sobre el comercio del caucho natural por país. [Internet] Disponible en: <http://faostat.fao.org>
- FAO-FAOSTAT. 2011. Estadística sobre la producción de caucho natural por país. [Internet] Disponible en: <http://faostat.fao.org>
- Fundación Produce. 2007. Cultivo de hule. Fundación Produce Oaxaca, A. C. [Internet] Disponible en: [www.oeidrus-oaxaca.gob.mx/produce/contenido.pdf](http://www.oeidrus-oaxaca.gob.mx/produce/contenido.pdf)
- GCI (Grupo Consultor Independiente). 1996. "Alternativas de Comercialización Nacional e Internacional del Hule en México". México, D. F.
- Gener, P. 1977. Le greffage de l'hévéa. Influence des stades de poussées foliaires du greffon et du prote-greffes sur la réussite au greffage. Opusccule technique SA 2/IRCA.
- INIFAP (Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias). 2012. Potencial productivo de especies agrícolas de importancia socio-económica en México. Publicación Especial Núm. 8. Centro de Investigación Regional Golfo Centro Campo Experimental Cotaxtla.
- IRSG (International Rubber Study Group). 2010. Statistical Summary of World.

- IRSG (International Rubber Study Group). 2011. Rubber Situation. *Statistical Bulletin*, April-June 2011 edition.
- IRSG (International Rubber Study Group). 2012. Estadística trimestral de la industria mundial del caucho natural. Boletín abril-junio 2012. [Internet] Disponible en: <http://www.rubberstudy.com/documents/WebSiteData.pdf>.
- Malaysian Rubber Board. 2012. [Internet] Disponible en: [www.lgm.gov.my](http://www.lgm.gov.my)
- Martínez C., F. 1986. Las lecciones de historia. *En: El hule en México*. Ediciones Copilco. México. pp: 102-113.
- Muñoz R., M.; Rendón M., R.; Aguilar Á., J.; García J., G.; y Altamirano C., J.R. 2004. Redes de innovación: un acercamiento a su identificación, análisis y gestión para el desarrollo rural. Michoacán, México. Universidad Autónoma Chapingo / Fundación Produce Michoacán, A.C.
- Muñoz R., M.; Aguilar Á., J.; Rendón M., R.; y Altamirano C., J.R. 2007. Análisis de la Dinámica de la Innovación en cadenas agroalimentarias. Chapingo, México. Universidad Autónoma Chapingo / CIESTAAM / PIAI.
- Ortiz, E. 2011a. Manual para la Producción de Planta Injertada de Hule de Calidad. Instituto Nacional de Investigación Forestal, Agrícola y Pecuaria (INIFAP). México.
- Ortiz, E. 2011b. Paquete Tecnológico del Hule (*Hevea brasiliensis* Muell Arg.) establecimiento y mantenimiento preoperativo. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuaria (INIFAP). México.
- Picón R., L. 1997. Manual para el Cultivo del Hule (*Hevea brasiliensis* Muell Arg.) SAGARPA /CMH /INIFAP. Campo Experimental, El Palmar, Tezonapa, Veracruz.
- Picón R., L. 1999. Manual para el cultivo del hule (*Hevea brasiliensis* Müll. Arg.) SAGARPA / CMH / INIFAP. Veracruz, México.

- Rojo M., G.E.; Martínez R., R.; y J. Jasso M. 2011. El cultivo del Hule en México. Universidad Autónoma Indígena de México / Colegio de Postgraduados. Campus Montecillo. Texcoco, México.
- SAGARPA-SIAP (Secretaría de Agricultura Ganadería Desarrollo Rural Pesca y Alimentación- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). 2011. Cierre de la producción agrícola por cultivo. Anuario Estadístico de la Producción Agrícola. Año 2011. [Internet] Disponible en: [www.siap.sagarpa.gob.mx/](http://www.siap.sagarpa.gob.mx/).
- SAGARPA-SIAP (Secretaría de Agricultura Ganadería Desarrollo Rural Pesca y Alimentación- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). 2012. Cierre de la producción agrícola por cultivo. Anuario Estadístico de la Producción Agrícola. Año 2012. [Internet] Disponible en: [www.siap.sagarpa.gob.mx/](http://www.siap.sagarpa.gob.mx/).
- Secretaría de Economía. 2012. [DOF, 23 de octubre 2012] Importaciones de hule. [Internet] Disponible en: [http://www.economia.gob.mx/files/comunidad\\_negocios//Hule\\_SBR.pdf](http://www.economia.gob.mx/files/comunidad_negocios//Hule_SBR.pdf)
- SENA (Servicio Nacional de Aprendizaje). 2006. Caracterización ocupacional: El Caucho Natural. Colombia.
- Sherpherd, R. 1969. Aspects of hevea breeding and selection investigations undertaken on prag Besar Estate. *Planters Bull.* 104: 206-219.
- UTE-Innovación (Unidad Técnica Especializada en Gestión de la Innovación). 2013. Informe de operación 2012. Proyecto Estratégico Trópico Húmedo. CIESTAAM – Universidad Autónoma Chapingo. México.
- Vojjayakumar K., R. 2011. La industria del hule natural mexicana. Informe de Visita y Recomendaciones. SAGARPA-IICA. Programa Estratégico para el Desarrollo Rural Sustentable de la Región Sur-Sureste de México: Trópico Húmedo. México, D.F.
- Wester C., C.; y J.Baulkwill W. 1989. Rubber Tropical Agriculture Series. Longman Scientific & Technical. UK.



## Anexos

### Anexo 1. Catálogo de innovaciones para plantaciones de hule

---

#### *a. Nutrición*

---

1. Análisis foliar y de suelo
  2. Aplicación de fertilizantes al suelo
  3. Aplicación de fertilizantes foliares
- 

#### *b. Sanidad*

---

4. Monitoreo de plagas y enfermedades
  5. Prevención y control de plagas
  6. Prevención y control de enfermedades
  7. Aplicación de cicatrizantes en el panel de pica
  8. Eliminación de árboles enfermos para evitar la propagación de enfermedades
- 

#### *c. Manejo sostenible de recursos*

---

9. Control de plagas
  10. Emplea estrategias o prácticas de conservación de suelo
  11. Pastoreo de animales dentro de la plantación
  12. Uso de abonos orgánicos
  13. Recolecta envases de agroquímicos para su depósito y/o destrucción
  14. Usa ácidos orgánicos para coagulación
  15. Cuenta con barreras rompe-vientos
- 

#### *d. Manejo de la plantación*

---

16. Preparación del terreno
  17. Trazo y siembra de la plantación
  18. Arrope
  19. Podas de formación y sanidad
  20. Riego de auxilio
  21. Cultivos intercalados
  22. Control de malezas dos o más veces por año
  23. Uso de guardarrayas
- 

#### *e. Administración*

---

24. Cuenta con un calendario de actividades / procesos
  25. Registra las prácticas efectuadas (fecha, insumos, práctica)
  26. Registra los ingresos de la unidad de producción
  27. Registra los egresos de la unidad de producción
  28. Contrata asistencia técnica / consultoría
  29. Invierte en capacitación
-

*f. Organización*

---

30. Efectúa compras consolidadas
  31. Efectúa ventas consolidadas
  32. Contratación de servicios (asesoría, financieros, entre otros) de manera grupal
  33. Pertenece a organización económica funcionando
  34. Cuenta con esquema de articulación con la agroindustria de manera grupal
  35. Participa en un fondo comunitario de ahorro
- 

*g. Cosecha*

---

36. Aplica normas de apertura de tableros
  37. Utilización de sistemas de pica racional
  38. Aplicación de estimulantes de producción
  39. Utiliza el equipo recomendado para la cosecha
  40. Ángulo de inclinación del corte de pica
  41. Uso de protectores de lluvia
  42. Utilización de anticoagulantes
  43. Consumo de corteza (1.5 mm)
  44. Profundidad de pica recomendada
  45. Manejo adecuado poscosecha
- 

*h. Reproducción y mejoramiento genético*

---

46. Utiliza clones mejorados validados en la región
  47. Uso de material vegetativo de calidad física
  48. Conoce el origen del material vegetativo
  49. Uso de variedades mejoradas / validadas en la unidad de producción
- 

Fuente: UTE-Innovación (2013).

## Anexo 2. Tasas de adopción de innovaciones (TAI%) en plantaciones de hule en México, comparativo de la intervención AGI-DP

Innovación <sup>1</sup>	TAI ELB	TAI ELF	Dif Abs <sup>2</sup>	Cam- bio %
a. 01 Análisis foliar y de suelo	0.37	2.45	2.08	562.58
a. 02 Aplicación de fertilizantes al suelo	27.22	28.43	1.20	4.42
a. 03 Aplicación de fertilizantes foliares	1.76	7.36	5.60	318.47
b. 04 Monitoreo de plagas y enfermedades	45.19	58.59	13.40	29.66
b. 05 Prevención y control de plagas	51.20	63.39	12.19	23.81
b. 06 Prevención y control de enfermedades	79.35	88.96	9.61	12.10
b. 07 Aplicación de cicatrizantes en el panel de pica	9.54	11.96	2.43	25.44
b. 08 Eliminación de árboles enfermos para evitar la propagación de enfermedades	8.43	16.97	8.55	101.44
c. 09 Control de plagas	20.19	15.24	-4.95	-24.52
c. 10 Emplea estrategias o prácticas de conservación de suelo	6.85	6.34	-0.51	-7.48
c. 11 Pastoreo de animales dentro de la plantación	2.04	0.92	-1.12	-54.82
c. 12 Uso de abonos orgánicos	1.30	0.82	-0.48	-36.90
c. 13 Recolecta envases de agroquímicos para su depósito y/o destrucción	32.78	36.20	3.42	10.43
c. 14 Usa ácidos orgánicos para coagulación	3.98	12.07	8.08	203.04
c. 15 Cuenta con barreras rompe-vientos	2.96	2.35	-0.61	-20.63
d. 16 Preparación del terreno	52.78	42.84	-9.94	-18.82
d. 17 Trazo y siembra de la plantación	70.28	61.45	-8.83	-12.56
d. 18 Arrope	29.35	26.99	-2.36	-8.03
d. 19 Podas de formación y sanidad	42.50	41.21	-1.29	-3.04
d. 20 Riego de auxilio	3.33	2.86	-0.47	-14.11
d. 21 Cultivos intercalados	28.61	24.85	-3.76	-13.16
d. 22 Control de malezas dos o más veces por año	87.59	83.95	-3.65	-4.16
d. 23 Uso de guardarrayas	42.59	49.90	7.31	17.15
e. 24 Cuenta con un calendario de actividades / procesos	2.41	4.50	2.09	86.88
e. 25 Registra las prácticas efectuadas (fecha, insumos, práctica)	3.24	17.89	14.65	452.15
e. 26 Registra los ingresos de la unidad de producción	8.61	33.54	24.93	289.47
e. 27. Registra los egresos de la unidad de producción	4.44	29.65	25.21	567.18

Innovación <sup>1</sup>	TAI ELB	TAI ELF	Dif Abs <sup>2</sup>	Cam- bio %
e. 28 Contrata asistencia técnica / consultoría	0.09	0.41	0.32	341.72
e. 29 Invierte en capacitación	0.37	0.41	0.04	10.43
f. 30 Efectúa compras consolidadas	1.67	14.52	12.85	771.17
f. 31 Efectúa ventas consolidadas	8.43	12.07	3.64	43.19
f. 32 Contratación de servicios (asesoría, financieros, entre otros) de manera grupal	3.15	2.76	-0.39	-12.31
f. 33 Pertenece a organización económica funcionando	27.41	25.36	-2.05	-7.48
f. 34 Cuenta con esquema de articulación con la agroindustria de manera grupal	11.76	10.22	-1.53	-13.05
f. 35 Participa en un fondo comunitario de ahorro	1.67	2.04	0.38	22.70
g. 36 Aplica normas de apertura de tableros	51.02	62.78	11.76	23.06
g. 37 Utilización de sistemas de pica racional	51.30	63.39	12.10	23.59
g. 38 Aplicación de estimulantes de producción	16.48	21.06	4.58	27.80
g. 39 Utiliza el equipo recomendado para la cosecha	51.85	69.94	18.09	34.88
g. 40 Ángulo de inclinación del corte de pica	43.80	64.01	20.21	46.15
g. 41 Uso de protectores de lluvia	0.28	2.25	1.97	709.82
g. 42 Utilización de anticoagulantes	5.93	17.69	11.76	198.50
g. 43 Consumo de corteza (1.5 mm)	38.61	61.04	22.43	58.10
g. 44 Profundidad de pica recomendada	46.85	62.07	15.21	32.47
g. 45 Manejo adecuado poscosecha	19.07	46.63	27.55	144.45
h. 46 Utiliza clones mejorados validados en la región	48.52	52.35	3.83	7.90
h. 47 Uso de material vegetativo de calidad física	45.19	53.17	7.98	17.67
h. 48 Conoce el origen del material vegetativo	32.59	30.67	-1.92	-5.88
h. 49 Uso de variedades mejoradas / validadas en la unidad de producción	13.89	8.69	-5.20	-37.42

<sup>1</sup> a, b, c, d, e, f, g, h: representan la categoría a la cual pertenecen las innovaciones, de esta manera a: Nutrición; b: Sanidad; c: Manejo sostenible de recursos; d: Manejo de la plantación; e: Administración; f: Organización; g: Cosecha y; h: Reproducción y mejoramiento genético.

<sup>2</sup> Dif. abs: diferencia absoluta entre los indicadores de la ELF y ELB.

Fuente: UTE-Innovación (2013).

## Abreviaturas usadas

---

<i>Abreviatura</i>	<i>Significado</i>
AGI-DP	Agencias de Gestión de la Innovación para el Desarrollo de Proveedores
AI	Agroindustrias
ANACAFÉ	Asociación Nacional del Café
UNCTAD	Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo
FAOSTAT	División de Estadísticas de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura
EUA	Estados Unidos
ER	Empresa Rural
ELB	Encuesta de Línea Base
ELF	Encuesta de Línea Final
EGI	Estrategia de Gestión de la Innovación
HEM	Hule Estándar Mexicano
HN	Hule Natural
InAI	Índice de Adopción de Innovaciones
IBPA	Índice de Buenas Prácticas Agrícolas
IICA	Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura
INIFAP	Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias
MIP	Manejo Integrado de Plagas
MML	Matriz de Marco Lógico
OEIDRUS	Oficina Estatal de Información para el Desarrollo Rural Sustentable
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación
PSP	Prestador de Servicios Profesionales
CYTED	Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo
PROAMAZONIA	Programa para el desarrollo de la Amazonia
PTH	Programa Trópico Húmedo
SAGARPA	Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación
SE	Secretaría de Economía
SECOFI	Secretaría de Comercio y Fomento Industrial
SIAP	Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera
TAI	Tasa de Adopción de Innovaciones
TCMA	Tasa de Crecimiento Medio Anual
UE	Unión Europea

---



## Índice de cuadros, figuras y fotografías

Cuadro 1. Producción de hule natural (miles de toneladas)	15
Cuadro 2. Consumo de hule natural (Miles de toneladas)	18
Cuadro 3. Precio del hule natural en el mercado de Malasia, durante el periodo 2003-2012	19
Cuadro 4. Distribución del uso del hule natural a nivel mundial	20
Cuadro 5. Principales estados de la República Mexicana con producción de hule natural	22
Cuadro 6. Superficie de hule en desarrollo, en producción y producción estimada 2012	22
Cuadro 7. Regiones y municipios productoras de hule en México	23
Cuadro 8. Influencia de la temperatura sobre el cultivo del hule	31
Cuadro 9. Influencia de la temperatura en el desarrollo fisiológico del cultivo del hule	31
Cuadro 10. Producción de yemas por hectárea de acuerdo al año de aprovechamiento	40
Cuadro 11. Programa de fertilización para plantaciones de hule en desarrollo (g/árbol/año)*	75
Cuadro 12. Relación entre el sistema de pica y el consumo de corteza	88
Cuadro 13. Número de picas al año de diferentes sistemas de explotación	90
Cuadro 14. Tipos de agroindustrias presentes en la transformación de hule en México	99
Cuadro 15. Perfil de los productores de hule del sur-sureste de México	106
Cuadro 16. Perfil de las unidades de producción de hule del sur-sureste de México	107
Cuadro 17. Comparación del InAI en productores de hule en México	110
Cuadro 18. Cambio en la adopción de innovaciones (InAI) por categoría, resultado de la intervención bajo el modelo AGI-DP en plantaciones de hule en México	112
Cuadro 19. Diferencias en INAI por Estado y categoría de innovación, resultado de la intervención bajo el modelo AGI-DP, en plantaciones de hule en México	114
Figura 1. Principales países productores de hule natural (%), 2011	15
Figura 2. Principales países exportadores de hule natural (%), 2010	16
Figura 3. Principales importadores de hule natural (%), 2010	17
Figura 4. Principales estados productores de hule en la República Mexicana	24
Figura 5. Zonas de clima con potencial medio y suelos con potencial medio	25
Figura 6. Trazo de la plantación en terreno quebrado vista desde dos puntos	63
Figura 7. Trampa para el control de roedores	68
Figura 8. Técnica de aplicación del fertilizante, considerando las diversas etapas de desarrollo de la planta de hule	76

Figura 9. Anatomía de la corteza del árbol del hule	81
Figura 10. Esquema de altura para medir diámetro en árboles de hule	82
Figura 11. Forma de trazar el tablero de pica	85
Figura 12. Diagrama de flujo del proceso de hule granulado	94
Figura 13. Proceso de beneficio del látex del hule natural	97
Figura 14. Índice de adopción de innovaciones (InAI) en el sur-sureste de México en plantaciones de hule	109
Figura 15. InAI por categoría en productores de hule en México, comparación entre ELB y ELF	112
Figura 16. Tasa de adopción de innovaciones (TAI %) en el Sur-Sureste de México en plantaciones de hule	115
Figura 17. Principales innovaciones con el mayor incremento porcentual de adopción, en plantaciones de hule en México, comparación entre ELB y ELF	117
Fotografía 1. Diversos artículos obtenidos a partir del hule natural	20
Fotografía 2. Curvas de nivel o terrazas para el hule natural	33
Fotografía 3. Establecimiento de plantas productoras de varetas en el jardín clonal	35
Fotografía 4. Jardín clonal de multiplicación	37
Fotografía 5. Mancha sudamericana de la hoja causada por <i>Microcyclus ulei</i>	39
Fotografía 6. Vivero en bolsa	41
Fotografía 7. Sombra para un semillero	44
Fotografía 8. Preparación de semilla de hule para su germinación	46
Fotografía 9. Inspección de semilleros	48
Fotografía 10. Fumigación de un vivero con una bomba motorizada	50
Fotografía 11. Bolsa perforada para el vivero	52
Fotografía 12. Procedimiento para la preparación de varetas portayemas	54
Fotografía 13. Procedimiento de injerto	56
Fotografía 14. Verificación del injerto prendido	59
Fotografía 15. Limpieza del terreno	61
Fotografía 16. Tipo de apertura de cepas	64
Fotografía 17. Practica topográfica para alinear la plantación de hule	65
Fotografía 18. Pasos a seguir para realizar el trasplante de hule	66
Fotografía 19. Plantación con cobertera	73
Fotografía 20. Fertilización de una plantación	77
Fotografía 21. Hule intercalado con piña	80
Fotografía 22. Herramientas y equipo para iniciar la explotación	84
Fotografía 23. La "Pica" del árbol del hule	87
Fotografía 24. Hule coágulo en campo	91
Fotografía 25. Pacas de hule granulado (Técnicamente especificado)	93



Colección Trópico Húmedo

*El cultivo del árbol del hule (Hevea brasiliensis Muell Arg.):*  
avances y retos en la gestión de la innovación

Esta publicación estuvo a cargo de la Oficina Editorial del CIESTAAM  
al cuidado de Augusto Alejandro Merino Sepúlveda  
y Gloria Villa Hernández

Se imprimieron 500 ejemplares  
en el mes de diciembre de 2013  
en los talleres de Imprenta Grafitodo,  
Antonio Vilchis núm. 19, Colonia Granjas Valle de Guadalupe,  
Ecatepec de Morelos, Estado de México, CP. 55270  
Tel. 55 4903-1480