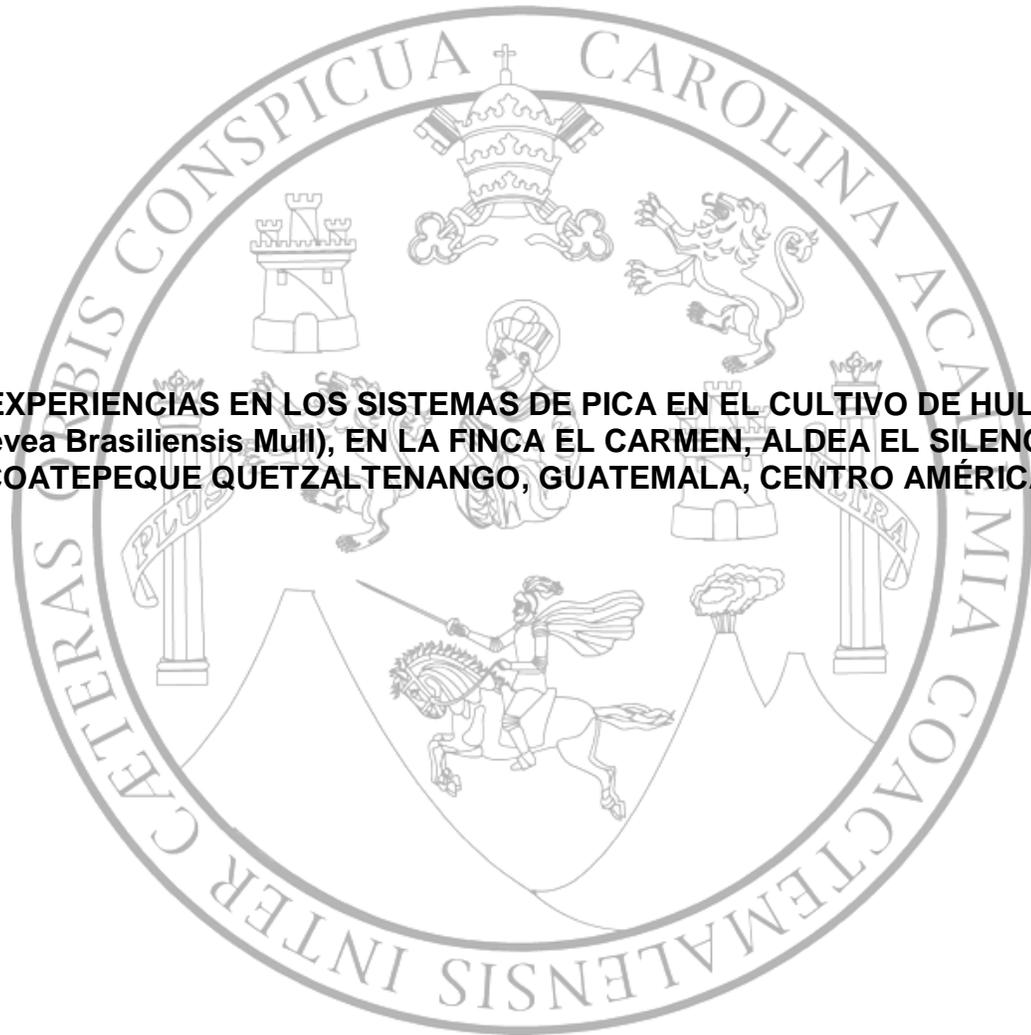


**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA  
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONÓMICAS**

**EXPERIENCIAS EN LOS SISTEMAS DE PICA EN EL CULTIVO DE HULE  
(*Hevea Brasiliensis* Mull), EN LA FINCA EL CARMEN, ALDEA EL SILENCIO,  
COATEPEQUE QUETZALTENANGO, GUATEMALA, CENTRO AMÉRICA.**



**JOSE FERNANDO CIFUENTES ALVAREZ**

**Guatemala, Octubre de 2011**

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA  
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONÓMICAS**

**EXPERIENCIAS EN LOS SISTEMAS DE PICA EN EL CULTIVO DE HULE  
(Hevea Brasiliensis Mull), EN LA FINCA EL CARMEN, ALDEA EL SILENCIO,  
COATEPEQUE QUETZALTENANGO, GUATEMALA, CENTRO AMÉRICA.**

**TESIS**

**PRESENTADA A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE  
AGRONOMÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

**POR**

**JOSE FERNANDO CIFUENTES ALVAREZ**

**EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO  
INGENIERO AGRONOMO EN SISTEMAS  
DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA  
EN EL GRADO ACADÉMICO DE LICENCIADO**

**GUATEMALA, OCTUBRE DE 2011**

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**RECTOR MAGNÍFICO**

**LIC. CARLOS ESTUARDO GÁLVEZ BARRIOS**

**JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA**

<b>DECANO:</b>	<b>DR. LAURIANO FIGUEROA QUIÑONEZ</b>
<b>VOCAL I:</b>	<b>DR. ARIEL ABDERRAMAN ORTÍZ LÓPEZ</b>
<b>VOCAL II:</b>	<b>ING. AGR. MSc. MARINO BARRIENTOS GARCÍA</b>
<b>VOCAL III:</b>	<b>ING. AGR. MSc. OSCAR RENÉ LEIVA RUANO</b>
<b>VOCAL IV:</b>	<b>BR. LORENA CAROLINA FLORES PINEDA</b>
<b>VOCAL V:</b>	<b>P. AGR. JOSUÉ ANTONIO MARTÍNEZ ROQUE</b>
<b>SECRETARIO:</b>	<b>ING. AGR. CARLOS ROBERTO ECHEVERRÍA ESCOBEDO</b>

## **ACTO QUE DEDICO**

**A:**

**DIOS**                      **Todo poderoso, quien ilumino mi camino para alcanzar tan importante meta.**

**MIS PADRES**                      **Luis Rodolfo Cifuentes Tavarez (Q. E. P. D.)  
Enma Consuelo Álvarez San José de Cifuentes  
Por sus sacrificios realizados para lograr mi superación.**

**MIS ABUELOS**                      **Jesús Cifuentes Flores (Q. E. P. D.)  
Josefa Tavarez de Cifuentes (Q. E. P. D.)  
Juan Álvarez (Q. E. P. D.)  
María Concepción San José Aguirre (Q. E. P. D.)  
Con grato recuerdo.**

**MIS TIOS Y TIAS**                      **Rolando, Martha, Aminta (Q. E. P. D.), Olga (Q. E. P. D.), Carmen (Q. E. P. D.), Jorge (Q. E. P. D.); Froylan, Sonia, Irma, Magnolia, Rosa, Marta Dalila (Q. E. P. D.), Marina (Q. E. P. D.), Argentina (Q. E. P. D.), José (Q. E. P. D.)  
Por sus consejos y apoyo brindado.**

**MIS HERMANOS**                      **Carlos Roberto, Luis Eduardo, Ileana Patricia, Juan Carlos  
Con amor y motivación para seguir adelante.**

**MIS SOBRINOS**                      **Con amor.**

**MIS PRIMOS**                      **Como muestra de cariño.**

**MIS AMIGOS Y  
COMPAÑEROS**                      **Por la amistad y momentos compartidos.**

## **TESIS QUE DEDICO**

**A:**

**DIOS, Todo poderoso, que ilumino mi camino para alcanzar tan importante meta.**

**GUATEMALA, Tierra que me vio nacer**

**COATEPEQUE, Terruño que vio crecer.**

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

**FACULTAD DE AGRONOMÍA,**

**Por ser parte de mi formación académica para llegar a ser un profesional.**

**ASOCIACIÓN DE ESTUDIANTES DE AGRONOMÍA “Robín García”,**

**Complemento de mi formación académica.**

## **AGRADECIMIENTO**

**A:**

**MIS ASESORES    Ing. Agr. Francisco Vásquez  
                          Ing. Agr. Gerónimo López**

**Por su apoyo incondicional, dedicación, orientación y supervisión para la ejecución de este trabajo.**

**FINCA EL CARMEN, Por brindarme la oportunidad de realizar este trabajo.**

**FINCA BULBUXYA, Por ser mi casa de conocimientos agrícolas.**

**A todas aquellas personas que directamente o indirectamente colaboraron con la realización de este trabajo.**

## ÍNDICE

CONTENIDO	PÁGINA
1. INTRODUCCIÓN .....	1
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	4
3. OBJETIVOS .....	5
4. MARCO TEÓRICO .....	6
4.1. Historia y Origen .....	6
4.2. Descripción Botánica .....	8
4.3. Taxonomía del Cultivo .....	9
4.4. Usos del Látex .....	9
4.5. Composición del Látex .....	10
4.5.1. Propiedades Químicas del Látex .....	10
4.5.2. Propiedades Físicas del Látex .....	12
4.6. Condiciones Ecológicas y Edáficas por Cultivo del Hule .....	17
4.6.1. Climáticas .....	17
4.6.2. Edafológicas .....	17
4.7. Importancia del Cultivo de Hule en Guatemala .....	18
4.7.1. Producción .....	18
4.7.2. Exportaciones .....	20
4.7.3. Limitantes en la Producción del Cultivo de Hule .....	25
4.8. Principales Enfermedades en el Panel de Pica en el Cultivo del Hule .....	26
4.8.1. Bark Necrosis o Necrosis de la Corteza ( <i>Phytophthora sp.</i> ) .....	26
4.8.1.1. Síntomas .....	27
4.8.1.2. Control .....	27
4.8.2. Mancha Mohosa o Moho Ceniciento ( <i>Ceratocystis fimbriata</i> ) .....	28
4.8.2.1. Síntomas .....	28
4.8.2.2. Control .....	29
4.8.3. Corte Seco con Necrosis (Brown Bast) .....	29
4.8.3.1. Síntomas .....	31
4.8.3.2. Control .....	32
4.8.3.3. Importancia del Porcentaje de Brown Bast .....	32
4.9. Importancia de los Sistemas de Pica en el Cultivo del Hule .....	33
4.10. Descripción de los Sistemas de Pica .....	34
4.10.1 Sistema General de Pica: $\frac{1}{2}$ S D/2 $\downarrow$ 6D/7 o Pica Descendiente .....	36
4.10.2 Sistema de Pica Inversa: $\frac{1}{4}$ S D/3 $\uparrow$ 6D/7 .....	39
4.10.1.1. Característica de Pica inversa o Ascendente $\frac{1}{4}$ S D/3 $\uparrow$ 6D/7 .....	40
4.10.3 Sistema Intensivo o Doble Pica $\frac{1}{2}$ S D/3 $\downarrow$ 6D/7 + $\frac{1}{4}$ S D/3 $\uparrow$ 6D/7 .....	41
4.10.4 Sistemas Modernos de Pica .....	42
4.10.4.1. La Estimulación en los Sistemas de Pica Ascendente y Descendente .....	43

	PÁGINA
4.10.4.1 Estimulante .....	43
4.10.4.2 Concentración .....	44
4.10.4.3 Aplicación de Ethrel Látex.....	44
4.11 Rentabilidad de los Sistemas de Pica.....	45
5 CONCLUSIONES .....	46
6 RECOMENDACIONES .....	47
7 BIBLIOGRAFÍA.....	48

## ÍNDICE DE CUADROS

CONTENIDO		PÁGINA
Cuadro No. 1.	Análisis Bromatológico del Látex de Hule ( <i>Hevea brasiliensis</i> ).	10
Cuadro No. 2.	Número de fincas censales, superficie cultivada, plantas dispersas, y producción obtenida en hule, según departamento. Año agrícola 2002-2003. (Superficie en manzanas y producción en quintales).	19
Cuadro No. 3.	El crecimiento nacional en área, producción, rendimiento, exportación y precio medio de hule natural. Año 2002-2010.	20
Cuadro No. 4.	Principales destinos de exportación. Exportaciones totales FOB de Guatemala. Datos en miles de USD / años 2002-2008.	23
Cuadro No. 5.	Proceso de pica o sangrado del picador, en árboles de hule.	35
Cuadro No. 6.	Rentabilidad de los sistemas de pica.	45

## CONTENIDO DE GRÁFICOS

Grafica No 1.	Exportaciones FOB de Hule Natural Por País, Guatemala 2002-2008 en miles de USD.	22
Grafica No.2.	Exportaciones totales FOB de Hule Natural, En miles de USD Guatemala 2002 – 2008.	24
Grafica No. 3.	Tendencia de los Principales Mercados de Exportación de Hule Natural. Guatemala 2002 – 2008.	25

## CONTENIDO DE FIGURAS

CONTENIDO	PÁGINA	
Figura No. 1.	Hojas, inflorescencias, flores y frutos de <i>Hevea brasiliensis</i> .	
Figura No. 2.	Panel de pica mostrando la Necrosis de la corteza, luego de remover la corteza externa.	26
Figura no. 3.	Panel de pica infectado por <i>Ceratocystis fimbriata</i> .	30
Figura No. 4.	Árbol de hule con síntomas de Brown bast en pica inversa.	31
Figura No, 5.	Árbol de hule con Brown bast deformativo.	32
Figura No. 6.	Árbol de hule con Brown bast o Líber moreno.	33
Figura No. 7.	Panel de pica afectado por Brown bast.	33
Figura No. 8.	Sistema de pica descendente $\frac{1}{2}$ S $\downarrow$ d/2 6 d/7.	39
Figura No. 9.	Árbol con panel de pica dañado. Pica inversa $\uparrow$ .	40
Figura No. 10.	Sistema pica inversa o ascendente, $\frac{1}{4}$ S d/3 $\uparrow$ 6 d/7.	41

**0EXPERIENCIAS EN LOS SISTEMAS DE PICA EN EL CULTIVO DE HULE (*Hevea brasiliensis* Mull.) EN LA FINCA EL CARMEN, ALDEA EL SILENCIO, COATEPEQUE, QUETZALTENANGO, GUATEMALA, CENTRO AMÉRICA.**

**EXPERIENCES IN THE SISTEMS OF PICA IN THE CULTIVATION OF RUBBER (*Hevea brasiliensis* Mull.) IN THE FINCA EL CARMEN, ALDEA EL SILENCIO, COATEPEQUE, QUETZALTENANGO, GUATEMALA, CENTRO AMÉRICA.**

**RESUMEN**

Guatemala es el primer exportador a nivel latinoamericano exportando 60,000 toneladas métricas por año de cosecha, destinándose a cinco países principales el 80% de la producción siendo estos en su orden México, Estados Unidos, Perú, Colombia y Costa Rica. Siendo México el principal mercado llegando a exportar USD 68. 4 millones.

Asimismo, se conoce que un 44% del hule nacional se encuentran en fase de producción y un 56% en crecimiento. Existen 541 fincas que cultivan hule natural. El 85% se localiza en la costa sur en los departamentos de Escuintla, Suchitepéquez, Retalhuleu, Quetzaltenango y San Marcos; el 15% restante se localiza en las zonas del norte de Guatemala, como Izabal, Alta Verapaz, Quiché y Petén. El cultivo de hule brinda empleo aproximadamente a 25,000 familias de forma permanente y a largo plazo. Otros 30,000 empleos eventuales son utilizados anualmente por el sector.

La pica es el proceso de cortar, sangrar con una cuchilla denominada gubia, en el panel de pica en el tronco del árbol a una altura promedio 1.30 m, provocando un sangrado de látex. Se conocen la pica ascendente, pica inversa y la pica intensiva, en algunas fincas utilizan estimulante para obtener una rentabilidad mayor a un menor costo de mano de obra, un control adecuado de enfermedades y una regeneración de corteza.

En el presente estudio se estudiaron los diferentes sistemas de pica para la extracción de látex, en la finca El Carmen, Coatepeque, Quetzaltenango. Se determinó que el sistema de pica ascendente estimulada obtuvo una rentabilidad del 67.50% en comparación a la pica ascendente sin utilizar estimulación alguna con 62.23% de rentabilidad, mientras que la pica inversa de un  $\frac{1}{4}$  de espiral obtuvo un 58.29% de rentabilidad.

## I. INTRODUCCION

Según Campagnon 1998 el árbol de hule pertenece a la familia de las Euforbiáceas (*Hevea brasiliensis* Mull), es originario de la cuenca hidrográfica del río Amazonas. Llega a medir de 20 a 30 metros de altura. El tronco es recto y cilíndrico de 30 a 60 cms., de madera blanca y liviana. Produce una sustancia lechosa de color blanco o amarillento, denominado látex. Siendo abundante hasta los 25 o 30 años de edad del árbol.

En Guatemala en el año de 1940, se realizaron las primeras pruebas de adaptabilidad iniciando el Programa Nacional del cultivo de hule *Hevea*, se importaron los mejores clones de esa época, pero su resultado comercial fue negativo. En 1952 el Gobierno de Guatemala dio inicio el Programa de Mejoramiento Genético, en la Estación experimental La Hulera, localizada en Cuyotenango, Suchitepéquez, poniendo bases definidas y sujeto a un estudio continuado, así mismo continuo la importación de clones de otras partes del mundo; posteriormente, en 1981 la Estación de Fomento los Brillantes evaluó una selección de clones GU. Las cuales establecidas en sus campos y contenidas en la publicación Informes de las Selecciones GU Sobresalientes de Hule *Hevea* Obtenidas en la estación de Fomento Los brillantes y la evaluación de 10 clones Orientales y 15 GU (Palencia 2000).

Guatemala es el primer exportador a nivel latinoamericano con 60,000 toneladas métricas. Más del 80% de las exportaciones de Guatemala se destinan a 5 países, siendo estos en su orden México, Estados Unidos, Perú, Colombia y Costa Rica. México es el principal mercado para el hule natural de Guatemala, para el año 2008 se exportó el 34% de las exportaciones totales, correspondiendo a unos USD 68.4 millones. Reportando una tasa de de crecimiento promedio anual de 34.3% durante el 2002 al 2008 (Fuente: Gremial de huleros de Guatemala).

Asimismo, se conoce que un 44% del hule nacional se encuentran en fase de producción y un 56% en crecimiento. Existen 541 fincas que cultivan hule natural. El 85% se localiza en la costa

sur en los departamentos de Escuintla, Suchitepéquez, Retalhuleu, Quetzaltenango y San Marcos; el 15% restante se localiza en las zonas del norte de Guatemala, como Izabal, Alta Verapaz, Quiché y Petén. El cultivo de hule brinda empleo aproximadamente a 25,000 familias de forma permanente y a largo plazo. Otros 30,000 empleos eventuales son utilizados anualmente por el sector.

La pica es el proceso de cortar, sangrar con una cuchilla denominada gubia, en el panel de pica en el tronco del árbol a una altura promedio 1.30 m, provocando un sangrado de látex. En Guatemala, en la actualidad, se utilizan tres sistemas generales de pica; siendo estos: a)  $\frac{1}{2} S \downarrow d/2$  6 d/7 (medio espiral descendente de dos días significando pica a cada dos días, 6 días de 7 con un día de descanso semanal); b)  $\frac{1}{2} S \downarrow d/3$  6 d/7 (media espiral descendente de tres días significando pica a cada tres días, 6 días de 7 con un día de descanso semanal) y c)  $\frac{1}{2} S \downarrow d/4$  6 d/7 (media espiral descendente de 4 días significando pica cada cuatro días, 6 días de 7 con un día de descanso semanal); Siendo el primero de ellos, el sistema tradicional y que da origen al resto de sistemas de pica.

La importancia de obtener un sistema de pica adecuado en la explotación de látex natural, es para obtener una rentabilidad y un control adecuado de las enfermedades, así mismo, una regeneración total y rápida de la corteza. En los cuales se persigue la reducción de costos por menor cantidad de mano de obra y la reducción de las frecuencias de pica; utilizando la estimulación química de los árboles, para compensar la producción por las reducciones de las veces que se pica la plantación en general, en comparación con la utilización del sistema tradicional.

El objetivo del presente trabajo es describir los diferentes sistemas de pica que se utilizan en la zona de estudio y de acuerdo a la experiencia recomendar el que sea más efectivo sin dañar la vida útil del árbol.

De los sistemas de pica realizados en la finca el Carmen el de media espiral descendente con tres días de pica en seis días de 7, con un día de descanso ( $\frac{1}{2}$  S ↓ d/3 6 d/7) estimulado, es el más rentable (67.50%), obteniendo el menor costo de mano de obra, posee una mejor renovación de corteza.

## II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la zona de estudio las enfermedades: Brown Bast o corte seco con necrosis, la mancha mohosa ocasionada por *Ceratocystis fimbriata*, la raya negra *Phytophthora palmívora*, entre otras, son ocasionadas principalmente por un mal manejo de los paneles de pica, lo que incide en una merma en los rendimientos de látex de las plantas afectadas y en algunos casos puede ocasionar la muerte del árbol. Por lo tanto la utilización de un buen sistema de pica en este cultivo incide en los rendimientos del cultivo.

### III. OBJETIVOS

#### 3.1. OBJETIVO GENERAL

Documentar los sistemas de pica en la explotación del látex en plantaciones de hule (*Hevea brasiliensis* Mull), e identificar el sistema que según la experiencia y el conocimiento en esta temática resulte el más económico.

#### 3.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- 3.2.1. Describir los sistemas de pica o sangría utilizados en Guatemala para la explotación del látex de hule (*Hevea brasiliensis* Mull) y su costo.
- 3.2.2. Contribuir a mejorar los sistemas de pica en las explotaciones de los árboles de hule.
- 3.2.3. Prevenir el ataque de enfermedades en los paneles de pica de hule en especial el aumento de la tasa porcentual de la enfermedad conocida como Brown bast en plantaciones de hule.

## IV. MARCO TEORICO

### 4.1. HISTORIA Y ORIGEN

Esta especie es originaria de Suramérica. Wikipedia.com (2010). Este árbol es originario de la cuenca hidrográfica del río Amazonas, donde existía en abundancia y con exclusividad, características que generaron el auge del caucho, periodo de la historia sudamericana de mucha riqueza y pujanza para empresarios que se asentaron en la región amazónica y a la vez de desastre para la población indígena, hasta que los ingleses se apoderaron del lucrativo negocio, al sacar el botánico Henry A. Wickham ilegalmente de Brasil semillas de este árbol, en 1876, para establecer plantaciones en Malasia, Birmania, Ceilán y África subsahariana. Para 1914 la cantidad de caucho obtenido de plantaciones ya superaba la extraída de árboles silvestres. Para el desarrollo de plantaciones tecnificadas pasaron muchos años. La primera mención de una especie de Hevea fue la de Fresneau en Cayenne, Guayana Francesa, en 1746, aunque quedó para Aublet el identificar a los árboles en la misma localidad como *Hevea guianensis*, en 1763.

Wikipedia.com (2010). Después de que los botánicos Aublet, von Humboldt y Bonpland, habían explorado el Trópico Americano en 1791, los dos últimos descubrieron y nombraron la *Siphonia brasiliensis*, aclarando el misterio de las plantas que aparentemente iguales producían caucho de propiedades diferentes, a finales del siglo XVIII y principios del siglo XIX. Este árbol que los exploradores encontraron en las tierras bajas de la Cuenca del Amazonas fue posteriormente transferido al género *Hevea*, quedando su identificación como se conoce hoy: *Hevea brasiliensis*.

Shulter (1970). La demanda del Hule, obtenido de diversas especies silvestres, y manufacturado en impermeables, botas y otros artículos, no se quedó pequeña después que en 1839 se inventó la Vulcanización por GOODYEAR en los Estados Unidos de América (USA). Este proceso que es la aplicación de calor a mezclas de Azufre y HULE CRUDO, revolucionó la

industria de la noche a la mañana, recibiendo su mayor impulso cuando DUNLOP reinventó la llanta neumática en 1888 para usarse en bicicletas.

Shulter (1970). Desde fecha bien temprana, 1870, los Ingleses advirtiendo problemas en el suministro de Hule para silvestre desde la Amazonia, empezaron a introducir Hevea a la India (Británica) con el fin de establecer una fuente de abastecimiento más estable. En los años subsiguientes se fueron estableciendo plantaciones pequeñas en Java Occidental, Ceilán, Malaya, Indias Orientales, Malasia y el Lejano Oriente.

La imposición de cuotas y la consecuente estabilización de los precios mundiales para el Hule en los países del Lejano Oriente, llevaron a que muchos de los principales consumidores buscarán otras fuentes de abastecimiento no sujetas a restricción. Por lo anterior, a partir de 1922 varias compañías Huleras y Automotrices establecieron pequeñas plantaciones en Filipinas, Liberia, Congo Belga, Centro y Suramérica y Oceanía, usando en muchos casos otras especies distintas a *Hevea brasiliensis* (Shulter 1970).

Ovalle Valdés 1975, En Guatemala el año de 1940, se realizaron las primeras pruebas de adaptabilidad iniciando el Programa Nacional del cultivo de hule *Hevea*, se importaron los mejores clones de esa época, pero su resultado comercial fue negativo. En 1952 el Gobierno de Guatemala dio inicio el Programa de Mejoramiento Genético, en la Estación experimental La Hulera, localizada en Cuyotenango, Suchitepéquez, poniendo bases definidas y sujeto a un estudio continuado, así mismo continuo la importación de clones de otras partes del mundo; posteriormente, en 1981 la Estación de fomento los Brillantes evaluó una selección de clones GU. Las cuales establecidas en sus campos y contenidas en la publicación Informes de las Selecciones GU Sobresalientes de Hule Hevea Obtenidas en la estación de Fomento Los brillantes y la evaluación de 10 clones Orientales y 15 GU (Palencia 2,000).

## 4.2. DESCRIPCION BOTANICA

Compagnon (1998). El árbol del caucho, es un árbol de la familia de las euforbiáceas (*Hevea brasiliensis*), de 20 a 30 m de altura (excepcionalmente 45 m). El tronco es recto y cilíndrico de 30 a 60 cm de diámetro, de madera blanca y liviana, y levemente dilatada en la base. La raíz es pivotante de gran longitud, con largas raíces laterales y con raicillas absorbentes, ubicadas en los primeros 80 centímetros de profundidad. Sus hojas son compuestas trifoliadas, reclinadas, alternas, de 16 cm de longitud, por 6 a 7 cm de ancho; deja caer parcialmente las hojas durante la estación seca, ante lo cual las hojas de la copa del árbol se tornan de color rojizo y cuando jóvenes de color cobrizo que pasan a un color verde brillante. Flores masculinas y femeninas son pequeñas y reunidas en amplias panículas de color amarillo. Frutos es una cápsula dehiscente de tres celdas con una semilla en cada una de ellas, produce desde los 4 años, cada uno de los cuales es una gran cápsula de 4 cm de diámetro que se abre en valvas, con semillas ricas en aceite. La semilla tiene forma redondeada o elíptica, su epidermis presenta manchas oscuras sobre un fondo más claro, regularmente de color café o marrón (León 1968).



Figura No. 1. Hojas, inflorescencias, flores y frutos de *Hevea brasiliensis*.

Foto tomada de Franz Eugen Köhler, *Köhler's Medizinal-Pflanzen*

Su látex es blanco o amarillento y abundante hasta los 25 años de edad del árbol. De él se fabrica el caucho, después de "sangrar" el tronco mediante incisiones angulares en V. Este látex contiene 30 a 36% de hidrocarburo del caucho, 0,5% de cenizas, 1,5% de proteínas, 2% de resina y 0,5% de quebrachitol (Gómez 1982).

#### 4.3. TAXONOMIA DEL CULTIVO

Reino:	Plantae
División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Orden:	Malpighiales
Familia:	<i>Euphorbiaceae</i>
Subfamilia:	<i>Crotonoideae</i>
Tribu:	<i>Micrandrea</i>
Subtribu:	<i>Heveinae</i>
Género:	<i>Hevea</i>
Especie:	<i>Hevea brasiliensis</i> Mull (León 1968).

#### 4.4. USOS DEL LATEX

El árbol del caucho produce una sustancia sólida, elástica, pegajosa, repelente al agua y de gran resistencia eléctrica. El caucho se obtiene haciendo una incisión diagonal, en ángulo, en el tronco del árbol; el corte se hace en la tercera parte o la mitad del diámetro; cada día se realiza un nuevo corte; cuando el último llega a la base del árbol, se deja que la corteza se renueve. Un mismo árbol puede aprovecharse durante diez o doce años. La cosecha varía de 450 kg/ha a poco más de 2 ton/ha, en plantaciones de alto rendimiento (Gómez 1982).

El látex posee dos particulares virtudes, la primera de ellas es que el látex posee gran resistencia aun sin vulcanizar, y la segunda es que es un excelente adhesivo en instancias en las que el material a pegar esta mojado con agua.

Debido a sus propiedades de elasticidad, resistencia al agua y aislante eléctrico, el caucho tiene un sin fin de usos, como la fabricación de mangueras, llantas, rodillos para una diversidad de usos, amortiguadores, globos, colchones, ropa impermeable, materiales aislantes, guantes para una diversidad de usos, etc. (Gómez 1982).

#### 4.5. COMPOSICION DEL LATEX

El látex contiene 30 a 36% del hidrocarburo del caucho, 0.30-0.7% de cenizas, 1-2% de proteínas, 2% de resina y 0.5 de quebrachitol. La composición del látex varía en las distintas partes del árbol; generalmente el porcentaje de caucho (hidrocarburo) decrece del tronco a las ramas y hojas. La época del año afecta a la composición del látex, así como el tipo de suelo y la línea o casta del árbol. (Gómez 1982)

Cuadro No. 1. Análisis Bromatológico del Látex de Hule (*Hevea brasiliensis*)

Componentes de látex	Porcentaje
Hule	30-40
Resinas	0.2
sustancias nitrogenadas	0.2
Azúcar e inositoles	0.1
Sustancias minerales	0.5
Agua	55-65

Fuente: tomado de cultivo del hule. (Gómez 1982).

El caucho es una secreción irreversible o producto de desecho del árbol, y cuanto más se extrae, tanto más la planta regenera. El caucho es producido en el protoplasma por reacciones bioquímicas de polimerización catalizadas por enzimas.

Látex normal. Se llama látex normal al látex que ha sido estabilizado convenientemente y del cual se ha separado parte del lodo por sedimentación. Sufre también una ligera cremificación que aumenta el número de sólidos disueltos hasta el 40% (Fira 1998).

Por reposo, el látex que contiene amoníaco precipita en forma de lodo algunos de los componentes de las cenizas en cantidad aproximada de 0.08% de un total de 35% de sólidos. El látex húmedo contiene 0.4% de cenizas, o sea 1.154 g/100 g de sólidos. (Ovalle Valdez 1975).

El látex fresco es transformado en caucho seco tan pronto como sea posible después de la recolección. Primeramente, se cuela por un tamiz de lámina perforada para eliminar partículas de hojas y corteza. En seguida se diluye de su concentración de 30-35% de caucho a un título aproximado de 12%. Algunas plantaciones usan un hidrómetro especial llamado Metralac, que determina el contenido sólido del látex sin realizar el ensayo por evaporación. Después de la dilución, se deja el látex en reposo un corto tiempo para que las materias no separadas por el tamiz (arena y cieno) se sedimenten. Entonces está dispuesto para la coagulación (Jacob 1997).

El ácido fórmico está considerado como el mejor de los coagulantes para el caucho natural, pero el ácido acético se uso también mucho. Otros ácidos, el alumbre ordinario y el alumbre de amonio han sido usados como coagulantes. La cantidad de ácido requerida, depende del estado de los árboles y de las condiciones climáticas. Los árboles jóvenes dan un látex inestable y durante la sangría ha de añadirse al mismo algo de amoníaco para asegurar su estabilidad hasta su manufactura. Este amoníaco ha de tomarse en cuenta al determinar la cantidad de ácido necesario. El látex de árboles grandes, que no ha recibido amoníaco, necesita 40 ml de ácido fórmico (90%) por cada 100 litros de látex (con 12% de sólidos). El ácido de 90% se diluye en agua hasta una concentración de 4% y se mezcla muy bien con el látex. El volumen de ácido debe controlarse cuidadosamente, pues el exceso impide la coagulación. En intervalo de

pH de 5.05 a 4.77 está el punto isoeléctrico en que se efectúa la coagulación del caucho. Dicho intervalo se denomina también primera zona de sólido (Jacob 1997).

#### **4.5.1. PROPIEDADES QUÍMICAS DEL LÁTEX**

Disolventes del caucho natural. La solubilidad del caucho bruto en sus disolventes más comunes no es muy elevada. Para hacer una solución de 10% es necesaria cierta disociación, ya por medios químicos, empleando un oxidante, ya por medio físicos, utilizando un molino. Los cementos y soluciones de caucho comerciales se hacen por los métodos citados. En la práctica, los disolventes más usados son el benceno y la nafta. Otros buenos disolventes son el tricloroetileno, tetracloroetano, pentacloroetano, tetracloruro de carbono, cloroformo, tolueno, xileno, keroseno y éter. En contacto con el disolvente, el caucho se hincha primero poco a poco hasta la consistencia de gel y después éste se dispersa formando una solución. El caucho bruto aumenta de 10 a 40 veces su propio peso en disolventes que a la temperatura ordinaria forman gel con el caucho. El efecto Tyndal, propio de las dispersiones coloidales, se produce en las soluciones de caucho. La viscosidad de la solución del caucho bruto es grande (Jacob 1997).

El efecto del calor. El caucho bruto calentado hasta 200 °C. se ablanda y sus soluciones tienen menor viscosidad, pero el número de dobles enlaces se conserva sin alteración. Cuando la temperatura se eleva hasta 250 °C., los enlaces dobles se separan y tiene lugar la formación de anillos. El cambio a caucho cíclico eleva la densidad y la solubilidad, el producto obtenido es una dura y frágil resina (Jacob 1997).

#### **4.5.2. PROPIEDADES FÍSICAS DEL LÁTEX**

Las propiedades físicas del caucho bruto varían con la temperatura. A bajas temperaturas, se vuelve rígido, y cuando se congela en estado de extensión adquiere estructura fibrosa.

Calentando a más de 100 °C., se ablanda y sufre alteraciones permanentes. El caucho bruto adquiere gran deformación permanente debido a su naturaleza plástica. La plasticidad del caucho varía de un árbol a otro y también depende de la cantidad de trabajo dado al caucho desde el estado látex, de las bacterias que lo acompañan e influyen en su oxidación y de otros factores. La plasticidad puede modificarse dentro de ciertos límites por la acción de productos químicos (Jacob 1997).

La densidad del caucho a 0 °C. es de 0.950 a 20 °C. es de 0.934. El caucho bruto deshelado después de la masticación por cilindros fríos no varía de densidad.

Cuando el caucho bruto ha sido estirado y deformado durante algún tiempo, no vuelve completamente a su estado original. Si entonces se calienta, la recuperación es mayor que a la temperatura ordinaria. Este fenómeno se denomina deformación residual o estiramiento permanente y es propio del caucho (Jacob 1997).

El caucho bruto absorbe agua. Los coagulantes usados en el látex al preparar el caucho afectan al grado de absorción de agua; usando ácido clorhídrico, sulfúrico o alumbre se obtienen cauchos con poder de absorción relativamente elevado. El poder de absorción de agua del caucho purificado es muy bajo (Jacob 1997).

Gran variedad de sustancias son solubles o pueden dispersarse en caucho bruto, tales como el azufre, colorantes, ácido esteárico, N-fenil-2-naftilamina, mercaptobenzitiazol, pigmentos, aceites, resinas, ceras, negro de carbono y otras.

El látex está disponible hoy en varias formas y diferentes concentraciones. Cuando el látex apareció por primera vez en grandes cantidades (preservado en amoníaco, en proporciones menores al 1%), El contenido del caucho variaba del 29 al 40%, de acuerdo a las condiciones de

los árboles, y especialmente a los métodos de extracción y recolección en las plantaciones. Debido a las diferentes condiciones de recolección, preservación y transporte, los procesos se vieron limitados por muchos años. Gradualmente la calidad se uniformo y aumento más allá del estándar (Jacob 1997).

Más recientemente, las concentraciones de látex disponibles en el mercado se clasificaron por su preparación:

- a. por evaporación
- b. por separación parcial de sueros sólidos por métodos mecánicos.

Jacob (1997).El mejor ejemplo del primer tipo es el Revertex, preparado por evaporación del látex en presencia de un mineral alcalino (hidróxido de potasio), u otro agente estabilizante, como el jabón de potasio o alguna sal de carácter coloidal. Este posee una consistencia cremosa y contiene cerca del 75 % de los sólidos totales, de los cuales un 7 al 8% consiste en sueros sólidos y sustancias estabilizantes agregadas.

En la segunda categoría hay dos importantes ejemplos de concentración. El primero, comercializado bajo varias denominaciones, como por ejemplo Utermark látex, Jatex o Dunlop, posee una concentración del 60 % de caucho seco, obtenido por centrifugaron del látex original. Este látex concentrado tiene una ligera consistencia cremosa, y contiene solo una fracción de los componentes que no son caucho presentes en el látex original. Esta estabilizado con amoniaco (en una concentración de aproximadamente 0,5 % de  $\text{NH}_3$  en peso), y es capaz de dar un color pálido característico (Jacob 1997).

El contenido de sólidos del caucho fresco de arboles de media edad oscila entre 32 y 38%. En los arboles jóvenes desciende hasta 20%, y en arboles viejos y en los que no han sido

sangrados mucho tiempo, la cifra se eleva hasta 45%. Aunque, aproximadamente, 90% de los sólidos son de hidrocarburo del caucho, se hallan también enzimas, proteínas, azúcares, tanino, alcaloides, sales minerales y algunos componentes de la corteza. Algunas de estas sustancias distintas del hidrocarburo del caucho son las que motivan a la estabilización de las partículas coloidales del mismo en el agua. Otras afectan el color y otras cooperan a los caracteres físicos del caucho contenido en el látex (Jacob 1997).

Cuando fluye del árbol, el látex es casi neutro, pero la acción de enzimas y bacterias lo vuelve ácido y entonces el látex tiende a coagularse. Para evitar la coagulación y conservar el látex en su estado coloidal estable, se le añaden bactericidas y conservadores lo antes posible después que ha sido obtenido del árbol. El preservativo más común es el amoníaco, pero se usan también el formaldehído, hidróxido de sodio, jabón y ciertos productos químicos bactericidas, como las sales de pentaclorofenol. En las plantaciones se suele colocar una pequeña cantidad de amoníaco acuoso en la vasija en la que se recoge el látex fresco. El látex obtenido se lleva a la estación, donde se le añade amoníaco en estado gaseoso (Jacob 1997).

Se llama látex normal al látex que ha sido estabilizado convenientemente y del cual se ha separado parte del lodo por sedimentación. Sufre también una ligera cremificación que aumenta el número de sólidos disueltos hasta el 40%.

Por reposo, el látex que contiene amoníaco precipita en forma de lodo algunos de los componentes de las cenizas en cantidad aproximada de 0.08% de un total de 35% de sólidos. El látex húmedo contiene 0.4% de cenizas, o sea 1.154 g/100 g de sólidos (Jacob 1997).

El color del látex de hevea, según las condiciones climáticas y la estación del año es gris, amarillo o rosado. El látex de los árboles que han tenido un periodo de descanso es amarillo y da

caucho de ese color. Después de algunos días de sangrado, vuelve a su color natural (Jacob 1997).

Látex centrifugado. Por razones del costo de transporte y facilidad de aplicación, todo el látex usado en la industria está en forma concentrada. El más usado es el látex centrifugado, el cual se obtiene tratando el látex fresco con un agente estabilizador, como el amoniaco, y después haciéndolo pasar por una maquina centrifuga. El látex se estabiliza con 0.3% de amoniaco, se centrifuga y después se ajusta a 0.6% para asegurar mayor vida de almacenaje. Variando la operación de centrifugación, la cantidad relativa de concentrado y de suero puede ajustarse a un nivel económico. Aproximadamente 80% del contenido de sólidos del látex fresco queda en el concentrado y 20% en el suero o la nata (Jacob 1997).

Látex cremificado. Otro método para concentrar el látex de hevea es la cremificación. El látex normalmente amoniacado se cremifica mediante prolongado reposo, pero así no se concentra mucho en sólidos. Distintas sustancias caracterizadas por su peso molecular relativamente elevado, gran viscosidad y limitada solubilidad en agua se emplean para cremificar el látex, entre ellas la gelatina, metilcelulosa, goma arábica, ácido algínico y sales del ácido algínico. No obstante, los procedimientos industriales de cremificación se basan casi todos en el empleo de sales sódicas o amoniacaes del ácido algínico (Jacob 1997).

En las plantaciones se toma el látex como se obtiene del árbol, se le añade amoniaco y se le quita el lodo dejándolo en reposo varios días o por centrifugaron. Se añade al látex el agente de cremificación en solución de 1.5-2.5% o más alta, y se agita. Durante varios días se deja reposar la mezcla, sin agitarla, hasta que se separa en dos capas. El suero se saca por el fondo, el concentrado se agita de nuevo y después de cierto tiempo se realiza una nueva separación y se saca una segunda porción de suero. Se añade amoniaco al concentrado hasta 1.6% o más,

basado en el agua del látex, y el látex cremificado, con un total de sólidos comprendido entre 62 y 68%, queda así preparado para su expedición (Jacob 1997).

#### **4.6. CONDICIONES ECOLÓGICAS Y EDÁFICAS POR CULTIVO DEL HULE**

El cultivo del caucho natural requiere de unas condiciones óptimas para su desarrollo, las cuales si se tienen en cuenta para su establecimiento y manejo, podemos alcanzar los resultados deseados y no se corren riesgos de plantar en zonas donde el desarrollo no sea el mejor (ya sea por deficiente crecimiento ó por alta incidencia de enfermedades), evitando gastos innecesarios y pérdida de tiempo que en este caso se verán reflejados a largo plazo (Palencia 2000).

Estas condiciones óptimas están divididas en condiciones climáticas y edáficas; las cuales se describen a continuación:

##### **4.6.1. CLIMÁTICAS**

**Altura Sobre el Nivel del Mar:** desde 150 m.s.n.m hasta los 1300 m.s.n.m.

**Temperatura:** de 23 a 30°C con un promedio de 25°C promedio.

**Precipitación:** de 1500 a 2500 milímetros anuales, bien distribuidos a lo largo del año.

**Luminosidad:** 1.500 horas de sol por año.

**Humedad Relativa:** 60 a 80%.

**Vientos:** inferiores a 50Km/hora (Ovalle Valdés 1975 y Palencia 2000).

##### **4.6.2. EDAFÓLOGICAS**

**Textura:** suelos francos, franco arenosos o franco arcillosos, que sean suaves y porosos.

**Color:** suelos oscuros que contengan buena materia orgánica, evitando suelos grises y pardos, que indican mal drenaje interno.

**Profundidad Efectiva:** el caucho para su buen desarrollo radicular necesita una profundidad efectiva de mínimo 1.50 m, donde no encuentre obstáculos (capas endurecidas, nivel freático alto), para que la raíz pivotante o principal no sufra daños y

pueda anclarse firmemente; también es recomendable que el nivel freático se encuentre a esta misma profundidad, es decir que no se tenga presencia de agua a los 1.50 m pues esta puede causar pudrición de raíces y detener su desarrollo; los terrenos inundables no son recomendables.

**Topografía:** lo ideal es una pendiente no mayor al 10%, y evitar pendientes mayores al 50%, esto debido al incremento de los costos al momento del establecimiento, pues se debe sembrar en curva de nivel y en lo posible hacer terrazas, para facilitar las labores de aprovechamiento.

**Acidez (pH):** soporta suelos ácidos con pH entre 4.1 y 6, hasta suelos básicos de pH

Para el establecimiento del cultivo de caucho se deben tener en cuenta los factores agroclimáticos antes mencionados, y además factores sociales de influencia en la zona escogida, como lo son: Vías de acceso, mano de obra, disponibilidad del recurso hídrico, canales de comercialización, acceso a servicios públicos. Ovalle Valdés 1975 y Palencia 2000).

## **4.7. IMPORTANCIA DEL CULTIVO DE HULE EN GUATEMALA**

### **4.7.1. PRODUCCIÓN**

Linares (2008). En Guatemala, la superficie cultivada de hule (*Hevea Brasiliensis*), en relación al total nacional, equivale al 5.8%, con 987 fincas, de las cuales, en edad productiva a nivel nacional del cultivo de hule, corresponde al 76%, mientras que la superficie en edad no productiva es aproximadamente al 24%, la información de producción según departamento, Suchitepequez (341 fincas), Quetzaltenango )142 fincas), San Marcos (119 fincas), Alta Verapaz (113 Fincas) y Retalhuleu (83 fincas), son los mayores productores de látex en Guatemala, como se presenta en el cuadro No. 2.

Cuadro No. 2. Número de fincas censales, superficie cultivada, plantas dispersas, y producción obtenida en hule, según departamento. Año agrícola 2002-2003. (Superficie en manzanas y producción en quintales).

		Superficie cultivada			Número de	
		Total	Con plantación en edad		plantas o Arboles	Producción
Departamento	No. de fincas		Productiva	No Productiva	dispersos	Obtenida
Guatemala	7	6	6	0	5	166
Chimaltenango	19	988	907	81	4	31,333
Escuintla	25	2,505	2006	499	35	64,920
Santa Rosa	4	23	23	0	0	505
Sololá	8	525	520	5	9	45,201
Quetzaltenango	142	9,144	7,005	2,139	68	320,363
Suchitepéquez	341	22,701	17,159	5,542	0	797,152
Retalhuleu	83	8,036	5,821	2,215	10	191,740
San Marcos	119	6,846	5358	1,488	114	228,744
Huehuetenango	18	45	43	1	85	1,270
Quiché	22	22	0	22	58	0
Baja Verapaz	3	0	0	0	22	0
Alta Verapaz	113	620	548	72	668	20,326
Izabal	58	3,239	2,051	1,18	0	55,886
Chiquimula	23	18	16	2	101	581
Jalapa	2	1	1	0	0	26
Total	987	54,718	41,463	13,254	1,179	1,758,211

Fuente INE. IV Censo Nacional Agropecuario. 2004.

El cultivo del hule en Latinoamérica se estima en 270 mil hectáreas, la mayor área cultivada es Brasil con 200 mil, Guatemala con 30 mil, Ecuador con 12 mil, Colombia con 9 mil, hectáreas. Los otros productores en su orden México, Bolivia, Venezuela y Perú (Delabarre 1997).

Guatemala se ha visto incrementar sus áreas en el cultivo del hule natural, en el 2002 contaba con más de 49,000 manzanas ya en el 2010 se incremento a mas de 225,000 manzanas de cultivo de hule natural, como se puede observar en el cuadro No. 3:

Cuadro No. 3. Crecimiento nacional en área, producción, rendimiento, exportación y precio medio de hule natural. Año 2002-2010.

año	Área Cosechada (miles Mz)	Producción (miles de Quintales)	Rendimiento (quintales por Mz)	Exportación		
				Miles de quintales	Miles de USD	Precio medio
2001	49.6	1,309.70	26.4	874.2	25,090.00	28.7
2002	54.7	1,517.90	27.7	1,143.00	32,678.60	28.60
2003	65	2,009.70	30.9	1,173.10	43,325.10	36.90
2004	104	3,257.00	31.3	1,473.40	71,259.60	48.40
2005	112.4	3,527.60	31.4	1,538.70	80,874.70	52.60
2006	114.2	4,273.30	37.4	1,557.20	120,287.10	77.20
2007	170	5,418.50	31.9	1,840.30	152,549.90	82.90
2008	195	6,340.70	32.5	1,916.50	199,685.80	104.20
2009	212	6,657.70	31.4	2,001.90	136,013.60	67.90
2010	225	7,004.00	31.1			

Fuente: Sistema de Cuentas Nacionales SCN93, con base en la información proporcionada por la Gremial de Huleros de Guatemala.

#### 4.7.2. EXPORTACIONES

Mineco (2011). En el año 2008 se reportan en el mundo importaciones de Hule Natural por casi USD 19.7 billones, siendo los principales países compradores China, Estados Unidos, Japón, Malasia y la República de Corea. Estos cinco países reportan en ese año el 59% de las importaciones mundiales de este producto, especialmente de Tailandia, Indonesia y Malasia, quienes se ubican entre los tres principales tres proveedores para estos países y el resto del mundo.

Mineco (2011). Guatemala se constituye como proveedor para cuatro países de este grupo de cinco, excluyendo solamente a Malasia. De este mismo grupo, Estados Unidos importó montos considerables de Guatemala llegado a unos USD 31 millones CIF y fue proveedor número 7 para ese país. Para Japón y República de Corea Guatemala fue el proveedor número 9, importándose en el 2008 en ambos países montos de aproximadamente medio millón de dólares en cada uno. Para China se clasifica como el proveedor número 20 reportando este país importaciones de Guatemala por USD 53 mil, monto que puede ser considerado bajo.

Linares (2008). México es el principal comprador del Hule Natural de Guatemala siendo este país el importador número 19 en el listado mundial y reportando importaciones en el 2008 por USD 209.6 millones. Guatemala es su proveedor número 2, antecedido por Indonesia y el 15% del total de sus importaciones proceden de Guatemala llegando a unos USD 31 millones CIF. Dada su posición geográfica, Guatemala tiene grandes ventajas competitivas ante el Hule Natural importado desde Indonesia y otros proveedores del Sureste de Asia. Por otro lado, históricamente, Guatemala ha sido proveedor de estos productos al mercado mexicano y la relación es fuerte con los industrialistas en ese país.

Guatemala es el exportador número 8 del listado de países exportadores de Hule Natural, exportándose en el 2008 unos 200 millones de dólares americanos y aunque relativamente es un monto y actividad importante para Guatemala, solo representa al 1% de las exportaciones mundiales.

Por otro lado, a pesar que Guatemala es un productor/exportador pequeño, debe ser considerado como un productor/exportador importante y estratégico para los industrialistas que utilizan esta materia prima en el Continente Americano, especialmente en Estados Unidos, México, Colombia y Perú (Mineco 2011).

Usando como referencia datos del 2008, solamente 11 países reportan exportaciones con cifras arriba a los USD 100 millones, cubriendo el 97% de las exportaciones mundiales. Guatemala ocupa el puesto número 8 dentro de los principales exportadores de Hule Natural al mundo y el primer lugar en el Continente Americano (Mineco 2011).

Mineco (2011). Del año 2002 al 2008, las exportaciones de Guatemala por concepto de Hule Natural han sido muy superiores a sus importaciones, manteniéndose una balanza comercial positiva para el país durante este período. Las exportaciones se han destinado principalmente a México, Estados Unidos y Sudamérica y las importaciones han procedido en más de un 95% de

Estados Unidos, aunque estas importaciones corresponden principalmente a Hule Natural en otras formas.

Mineco (2011). Más del 80% de las exportaciones de Guatemala se destinan a 5 países principales, siendo estos en su orden, México, Estados Unidos, Perú, Colombia y Costa Rica como se observa en el cuadro No. 4. México es actualmente el principal mercado para el Hule Natural de Guatemala como se observa en la gráfica No. 1, exportándose a este destino el 34% de las exportaciones totales de Guatemala en el 2008 correspondiendo a unos USD 68.4 millones. Este mercado reporta una tasa de crecimiento promedio anual del 34.3% durante el 2002 al 2008.

Del 2002 al 2008, todos los principales mercados atendidos, presentan un importante nivel de crecimiento siendo los más interesantes los de Estados Unidos y Perú que en el 2002 recibían menos de USD 0.5 millones y en el 2008 recibieron más de USD 25 millones procedentes de Guatemala por concepto de Hule Natural. En el año 2008, el Hule Natural fue el tercer producto más exportado al mercado mexicano, supliendo unos USD 68.6 millones equivalente al 13.7% del total y superado solamente por Minerales de Oro en Bruto y Aceites Vegetales correspondientemente.



Grafica No 1. Exportaciones FOB de Hule Natural Por País, Guatemala 2002-2008 en miles de USD.

Fuente: Elaboración propia con datos de BANGUAT / COMTRADE.

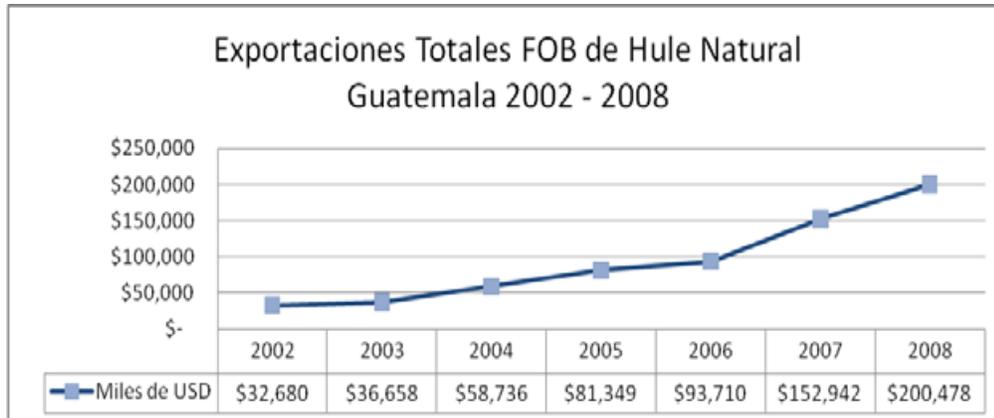
Mineco (2011). El número de mercados atendidos también ha tenido un crecimiento considerable, al pasar de 14 mercados en el 2002 a 27 en el 2008, presentando una excelente diversificación de los mercados internacionales. Se puede concluir que el Hule Natural de Guatemala presenta ventajas comparativas y competitivas importantes en los mercados donde participa.

Mineco (2011). Guatemala es, en el Continente Americano, el principal exportador y segundo productor más grande de Hule Natural. Además reporta la tasa de crecimiento anual más alta dentro de los países productores de este producto en el Continente. Por otro lado, durante el año 2008, Guatemala fue el exportador número cinco a nivel mundial de las exportaciones de Hule Natural en forma de látex por un total de unos USD 60 millones (según la International Rubber Study Group, IRSG).

Cuadro No. 4. Principales destinos de exportación. Exportaciones totales FOB de Guatemala. Datos en miles de USD / años 2002-2008.

País	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
1 México	22,337	23,834	34,643	43,742	55,482	69,407	68,412
2 Estados Unidos	607	751	3,176	2,150	2,980	8,183	28,952
3 Perú	139	585	4,166	7,753	10,189	17,340	27,923
4 Colombia	4,962	4,887	4,850	9,172	11,801	18,835	24,149
5 Costa Rica	2,327	3,566	6,873	7,796		9,805	15,606
6 Chile	543	1,195	1,219	1,629	2,407	6,964	8,399
7 Brasil			17	193	97	7,880	6,205
8 Venezuela	528	651	2,338	4,199	4,681	3,385	3,932
9 Uruguay				117	611	3,161	3,782
10 Argentina				262	940	2,749	3,759
11 Otros Países	1,237	1,189	1,454	4,336	4,522	5,233	9,359
Totales	32,680	36,658	58,736	81,349	93,710	152,942	200,478

Fuente; COMTRADE – BANGUAT.

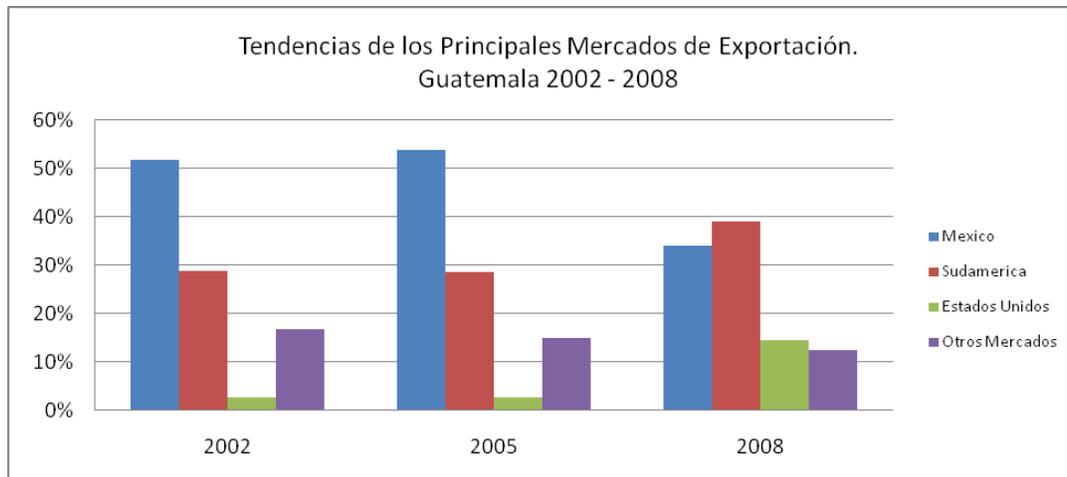


Grafica No.2. Exportaciones totales FOB de Hule Natural, En miles de USD Guatemala 2002 – 2008

Fuente: Elaboración propia con datos de BANGUAT / COMTRADE.

Mineco (2011). Guatemala ha iniciado también sus exportaciones de Hule Natural en forma de Látex a Europa, especialmente a Alemania y Países Bajos. Esta diversificación de mercados es de alta importancia y demuestra que la calidad del Hule Natural de Guatemala puede ser competitiva en precio y calidad en los mercados más exigentes del mundo. La tendencia del Hule Natural se inclina hacia los mercados de México, Estados Unidos y Sud América, debiéndosele prestar especial atención a este último bloque de países sudamericanos que en el 2008 superan al mercado individual de México.

Mineco (2011). El mercado de Estados Unidos será sin duda un mercado de alta importancia en el futuro de las exportaciones de este producto. Por su lado, el mercado mexicano ha ido perdiendo participación y relevancia en la medida que otros países demandan el Hule Natural de Guatemala, como se puede apreciar en la grafica No. 3.



Grafica No. 3. Tendencia de los Principales Mercados de Exportación de Hule Natural. Guatemala 2002 – 2008

Fuente: Elaboración propia con datos de BANGUAT / COMTRADE.

#### 4.7.3. LIMITANTES EN LA PRODUCCION DEL CULTIVO DE HULE

En aspectos técnicos, uno de los factores limitantes es el viento, el árbol no soporta velocidades mayores a los 50 kilómetros por hora, causando daños mecánicos al cultivo por rompimiento de ramas y tallos aumentan la demanda de agua y reducen la eficiencia fotosintética.

Así mismo, en zonas con mucha nubosidad, no es conveniente sembrarlo porque la sombra retrasa el crecimiento y disminuye la producción. La precipitación pluvial en la mañana también es una limitante afectan la recolección del látex y favorecen la incidencia de enfermedades en el panel de pica y en la hojas. Por ejemplo el hongo causado por *Mycrocyclos ulei*, es mayor cuando alcanza la humedad relativa superior al 95% durante 10 horas consecutivas, y una frecuencia mínima de 12 noches por mes.

La temperatura menos de 22 grados centígrados retrasa el crecimiento y genera pérdidas de látex por rompimiento de vasos lactíferos y las temperaturas muy altas, la perdida de agua afecta la producción de látex. En lugares con pendientes mayores del 50% dificultarían la pica y la recolección de látex.

#### 4.8. PRINCIPALES ENFERMEDADES EN EL PANEL DE PICA EN EL CULTIVO DEL HULE

##### 4.8.1. BARK NECROSIS O NECROSIS DE LA CORTEZA (*Phytophthora sp.*, *Colletotrichum sp.*, *Fusarium sp.*, *Thielaviopsis sp.*, *Ceratocystis fimbriata*, *Botryodiplodia sp.*)

Alvarado (1997). Debido a la poca importancia que se ha dado en los últimos años se ha incrementado grandemente. Se manifiesta tanto en época seca como en época lluviosa, dependiendo básicamente de la ecología del lugar. Además se ha definido una marcada susceptibilidad clonal, observándose en Guatemala dentro de los clones más susceptibles al Harbel 65, GU2252, RRIM 527, PB28/59, PB 235, RRIM 703, RRIM 600, GU 451. Se ha notado además que la incidencia de la enfermedad es mayor en altitudes sobre los 400 msnm. Este problema ha sido erróneamente fusarium y también se ha confundido con el Brown bast.

Alvarado (1997). No existe el conocimiento pleno de su agente causal, pero aislamientos hechos de la corteza muerta definen la presencia de *Colletotrichum sp.*, *Fusarium sp.*, *Thielalaviopsis* (estado imperfecto de *Ceratocystis fimbriata*), *Botryodiplodia sp.*, *Phytophthora sp.*, sin evidencia concluyente de que alguno de éstos sea el principal responsable, sino mas bien sean agentes secundarios.



Figura No. 2. Panel de pica mostrando la Necrosis de la corteza, luego de remover la corteza externa.

Fuente: Tomada de Alvarado (1997).

#### 4.8.1.1. SINTOMAS

Alvarado (1997). Los primeros síntomas externos son pequeños rajaduras ó grietas verticales en la corteza, a veces con leves flujos de látex que salen de hoyos provocados por insectos barrenadores (broca), en la parte inferior del tallo por debajo del corte de pica. En algunos casos el árbol puede dejar parcial o totalmente de producir. Posteriormente se puede observar que la corteza enferma se despega del tronco. A veces se puede notar que los ataques llegan hasta el cambium, particularmente si no se interviene para curar los arboles. En tal caso, si la enfermedad llega a rodear todo el tallo, el árbol puede secarse totalmente. A nivel interno, se puede ver después de un raspado superficial de la corteza enferma que existen manchas de color marrón alargadas que pueden alcanzar el cambium. Estas manchas se observan en ciertos casos desde el corte de pica hasta el punto de injertación. La progresión puede ser ascendente o descendente. La necrosis es generalmente húmeda y de consistencia granulosa, ya que el cambium no es afectado.

Cuando ocurre en la época seca la corteza muerta se seca y se desprende, lo que permite una regeneración a partir del cambium, y una recuperación del árbol. En el caso contrario, la enfermedad continúa atacando inclusive la zona del cambium dejando la madera expuesta a ataques de coleópteros como la broca (*Platypus cupulatus*). En casos severos la muerte del árbol es inminente (Alvarado 1997).

#### 4.8.1.2. CONTROL

Alvarado (1997). En clones muy susceptibles PB 86, RRIM 600, RRIM 605, RRIM 607, RRIM 623, PR 107, el patógeno infecta las ramas gruesas junto a las bifurcaciones, provocando la muerte de gran parte de la copa. Los cultivares comerciales más usados no presentan resistencia ante esta enfermedad.

Remover del tallo todo tejido cortical infectado sin dañar el cambium, hasta encontrar tejido sano, así evitando que el problema progrese hacia la parte alta del panel de pica. Aplicar

Clorotalonil a razón de 10 cc. / Lt. de agua, Benomil 10 – 12 cc / Lt. de agua. Con una frecuencia de 10 a 15 días (Alvarado 1997).

#### **4.8.2. MANCHA MOHOSA O MOHO CENICIENTO (*Ceratocystis fimbriata*)**

Esta enfermedad se presenta en plantaciones densas y descuidadas, donde crecen malezas y se mantiene una humedad alta cerca del tronco.

##### **4.8.2.1. SINTOMAS**

En una enfermedad del panel de pica del caucho, las lesiones presentan un moho blanco y que luego se transforma en cenizo. En las heridas de la corteza producidas por el sangrador, es el lugar donde el hongo se desarrolla fácilmente; causando la destrucción de la corteza, la apertura de heridas que impiden la regeneración de la misma, dejando el panel impropio para la pica (Alvarado 1997).

La primera señal de una infección es el apareamiento de depresiones leves, manchas o postulas de 0.5 – 2 cms. de diámetro apareciendo justamente sobre el corte de pica las cuales son oscuras y llegan a ser cubiertas por un moho gris blancuzco. El tejido cortical es rápidamente muerto y se pudre completamente, dejando una depresión húmeda 3 ó 4 semanas después de la infección. Masas de micelio son observables cuando la infección está bastante avanzada en el panel de pica. El color de dicho micelio varía de acuerdo a su madurez del blanco al grisáceo. La destrucción de los vasos laticíferos ocasiona una baja producción (Alvarado 1997).



Figura no. 3. Panel de pica infectado por *Ceratocystis fimbriata*.  
Fuente: Tomada de Alvarado (1997).

#### 4.8.2.2. CONTROL

En el área del tronco afectada, hacer la remoción de los tejidos lesionados y después aplicar una suspensión de Benomil en dosis de 7-10g/L, otros fungicidas tal como, Thiofanato Metílico o Thiabendazol son también usados.

#### 4.8.3. CORTE SECO CON NECROSIS (BROWN BAST)

La necrosis de la corteza se le denomina Brown bast. Sus primeros síntomas externos son pequeñas rajaduras o grietas verticales en la corteza, con leves flujos de látex que algunas veces salen de agujeros provocados por insectos barrenadores (broca) en la parte inferior del tallo, por debajo del corte de pica. En algunos casos el árbol puede dejar parcial o totalmente de producir. Posteriormente se puede observar que la corteza enferma se despega del tronco. A nivel interno se puede ver después de un raspado superficial de la corteza enferma que existen manchas de color marrón alargadas que pueden alcanzar al cambium. Estas manchas se observan en ciertos casos desde el corte de pica hasta el punto de enjertación (cayo). El progreso de la enfermedad puede ser ascendente o descendente. La necrosis es generalmente húmeda y de consistencia granulosa, ya que el cambium no es afectado. Cuando ocurre en la época seca la corteza muerta

se seca y se desprende, lo que permite una regeneración a partir del cambium y una recuperación aparente del árbol. A veces en casos avanzados se puede notar que los ataques llegan hasta el cambium, particularmente si no se interviene para curar los árboles. En tal caso si la enfermedad llega a rodear todo el tallo, el árbol puede secarse superficialmente y morir (Alvarado 1997).



Figura No. 4. Árbol de hule con síntomas de Brown bast en pica inversa.

No se ha logrado poner en evidencia que un patógeno sea el agente causal, mas bien se han aislado algunos hongos que se consideran patógenos secundarios. Se considera que múltiples causas pueden inducir este desorden, siendo una de ellas el estrés ya sea de tipo edafológico, enfermedades, climáticos, sobreexplotación, etc. Se reporta también la susceptibilidad clonal.



Figura No, 5. Árbol de hule con Brown bast deformativo.

#### 4.8.3.1. SINTOMAS

Los principales síntomas que manifiesta la enfermedad Brawn Bast son:

- a. Sequedad parcial o total del corte de pica.
- b. Coloración marrón y necrosis de la corteza interna, con mantenimiento del cambium y conservación de la dureza ( sin pudrición húmeda). Esta necrosis se observa aproximadamente a 1 ´0 2 mm. del cambium cuando se realiza la pica y no se tiene que confundir con la coloración marrón de los tejidos debajo de la hilacha, debido a la oxidación.
- c. Agrietamiento de la corteza.
- d. Deformación de la base del tronco a la altura del panel de pica.



Figura No. 6. Árbol de hule con Brown bast o Líber moreno.

#### **4.8.3.2. CONTROL**

Medidas preventivas consisten en seleccionar sistemas de explotación que se adapten a las características fisiológicas de cada clon.

Se debe mantener una buena fertilización en la edad joven de los árboles y revisar continuamente los niveles de nutrientes en el suelo. Finalmente diremos que es necesario mantener los recursos anuales de incidencia de corte seco., separando los árboles afectados para darle un mejor seguimiento a la incidencia de este problema. La incidencia no debe pasar el 1% anual de árboles secos. Cuando se implementan programas de estimulación, el uso de estos deberá ser racionado en base al metabolismo de cada clon (Alvarado 1997).

#### **4.8.3.3. IMPORTANCIA DEL PORCENTAJE DE BROWN BAST**

En la explotación del hule en general, pero más aún cuando se modifica el sistema de explotación, es necesario el controlar el porcentaje de árboles con Brown bast, y no conformarse con una aproximación del porcentaje de estos, mediante un recuento cada 5 ó 7 años, en tal sentido es necesario y recomendable realizarlo cada 6 meses.



Figura No. 7. Panel de pica afectado por Brown bast.

Es de mucha importancia el saber si este porcentaje queda en lo normal o si resulta demasiado elevado. El porcentaje medio aceptado de Brown bast es de 0.5 a 1% de incremento anual. Esto significa, que al cabo de 20 años de explotación, el tener entre 10 y 20% de árboles sin explotarlos a causa de esta enfermedad. Si el incremento anual es superior al 1% es necesario tomar medidas disminuyendo más o menos la intensidad del sistema de explotación (Alvarado 1997).

#### **4.9. IMPORTANCIA DE LOS SISTEMAS DE PICA EN EL CULTIVO DEL HULE**

Jacob (1997). Un sistema de pica es el método o manera organizada de explotar una plantación de hule, con el objeto de obtener la máxima producción y mantener en buenas condiciones fisiológicas la plantación durante su ciclo productivo. Un sistema de explotación ideal permite obtener producciones más altas con los costos más bajos, desarrollo satisfactorio del árbol y renovación de la corteza.

Jacob (1997). Durante la ejecución de la pica se consume verticalmente la corteza, debiendo de ser de 2 mm. por pica y a una profundidad de 1 a 1.5 de la zona generatriz de la corteza. El índice óptimo en el consumo de corteza depende mucho de la capacidad del picador. Consumir más corteza no influye en incrementos en el rendimiento pero si reduce la vida

productiva del árbol. Cuando se termina la corteza de una cara del árbol, se traza en el lado opuesto otro panel o tablero de pica, repitiendo alternamente este proceso. De esta manera cuando se termine un tablero, el otro ya debe de estar regenerado y listo para ser explotado.

Para iniciar la explotación de árboles jóvenes, después de abrir el panel de pica, se sugiere efectuar el sangrado o cosecha de látex dos o tres veces por semana.

Jacob (1997). Siendo la pica el proceso de cortar o sangrar con la cuchilla de pica en el panel de pica, provocando el sangrado de látex; mientras que el panel de pica es la parte explotable del hule.

#### **4.10. DESCRIPCIÓN DE LOS SISTEMAS DE PICA**

Gohet (1998). Un sistema de pica consiste en la remoción de una pequeña porción de corteza con un corte diagonal descendente a la derecha mediante un cuchillo especial conocido como gubia, el cual debe de estar debidamente afilado para no dañar el árbol. Con este corte se alcanzan los vasos laticíferos propiciando la salida del látex y el escurrimiento del mismo hasta un recipiente recolector.

Gohet (1998). El mismo corte es reabierto en cada pica o sangría. La pica del árbol de hule es una de las prácticas más importantes en la explotación del cultivo, determina la vida útil del árbol y su producción y es la responsable de gran parte de los costos de producción.

La primera pica se recomienda cuando el 60% de los árboles tienen un perímetro de la circunferencia de 45 cms. medido a 1.50 metros del suelo. La mejor época para iniciarla es a finales de un periodo seco, no debe coincidir con la temporada de lluvias ni con la re foliación de los árboles. Una vez iniciado, este procedimiento puede efectuarse entre 25 y 30 años, cada 2 o tres días por semana. La pica debe de ser suspendida durante la época de defoliación a la re foliación para tener árboles sanos (Gohet 1998).

El proceso de pica, puede clasificarse de la siguiente manera:

- a. Proceso de pica para látex líquido.

- b. Proceso de pica para coágulo de látex.
- c. Proceso de pica para chipa de primera.

Según lo anterior, puede verse que está determinado por el tipo de producto a nivel de campo que la empresa quiera comercializar; de tal forma que los requerimientos técnicos de pica, variarán con relación a la calidad y tipo de producto que se desea obtener. Por ejemplo: El proceso general de pica para la obtención de chipa de primera, puede enmarcarse en el siguiente cuadro:

Cuadro No. 5. Proceso de pica o sangrado del picador, en árboles de hule.

Proceso de pica	
Actividad	Descripción
1	Recolección de chipa de primera de la pica anterior
2	Limpieza del guacal
3	Despegue de hilacha y recolección
4	Pica o sangrado del árbol
5	Agregado de coagulante al guacal
6	Eliminación de agua excedente en tambos de recolección
7	Pesado de campo
8	Limpieza y almacenamiento de látex, coágulo, chipa y/o hilacha
9	Pesado y entregado a planta agroindustrial

En este cuadro únicamente se describen las actividades más importantes en el proceso de extracción, no incluyendo un estudio más a fondo de las actividades que realiza el picador, durante la pica de los árboles que le han asignado por tarea; cantidad la cual variará según las decisiones administrativas de cada empresa, normalmente suele ser entre 400 a 650 árboles.

Durante este proceso, el látex; es coagulado dentro del guacal agregándole un químico que acelera su coagulación, (ácido fórmico) esto debido a que al acelerar ese proceso, se evita la pérdida de producto por rebalse del guacal en la época lluviosa, derrames por el viento, animales, etc.

Esta chipa, se recolecta en la siguiente pica, en tambos especiales, que al terminar la jornada se pesan, no sin antes eliminar el excedente de agua que contiene dentro del mismo; para luego ser transportado y almacenado durante un período aproximado de 15 a 30 días, (dependiendo del programa de entregas de la finca a la planta Agro-Industrial) o en el caso de algunas fincas, se la chipa de primera se almacena en tanques especiales con agua, con el objeto de conservar su humedad y color. Se enfatiza este punto debido a que en el transporte al lugar de almacenamiento y el almacenamiento en sí, provocan la pérdida de agua contenida en la chipa, por el estrujamiento durante el transporte y el tiempo de almacenamiento en el área designada con este propósito; por tanto, al momento de la entrega a la planta agro-industrial, la chipa de primera habrá perdido un porcentaje de agua lo que reduce su peso y provoca una diferencia entre los registros productivos de campo y el registro de recepciones del producto en la o las plantas agro-industriales.

#### **4.10.1. SISTEMA GENERAL DE PICA: $\frac{1}{2}$ S D/2 ↓ 6d/7 O PICA DESCENDENTE**

Gohet (1998). En Guatemala, en la actualidad, se utilizan tres sistemas generales de pica; siendo estos: a)  $\frac{1}{2}$  S ↓ d/2 6 d/7; b)  $\frac{1}{2}$  S ↓ d/3 6 d/7 y c)  $\frac{1}{2}$  S ↓ d/4 6 d/7; Siendo el primero de ellos, el sistema tradicional y que da origen al resto de sistemas, en los cuales se persigue la reducción de costos por menor cantidad de mano de obra y la reducción de las frecuencias de pica; utilizando la estimulación química de los árboles, para compensar la producción por las reducciones de las veces que se pica la plantación en general, en comparación con la utilización del sistema tradicional.

Con la evolución de los sistemas de sangría, la diversidad de frecuencias de la pica y sobre todo con la generalización de la estimulación, se hizo necesario establecer una codificación internacional; en la que fuese fácil entender todos los aspectos de los sistemas de explotación utilizada y a utilizar en la Heveicultura. La notación de los sistemas más utilizados, está basada sobre los principios de la codificación establecida por el IRRDB (Internacional Rubber Research

Development Board) en 1,980. Este comprende la notación de la pica propiamente dicha, de la estimulación y del panel de pica.

Los sistemas de pica están precisados por:

- a. El numero de cortes de pica dispuestos sobre el tallo.
- b. El tipo de corte S = pica en espiral, y V para la pica en dos medias espirales opuestas.
- c. La longitud de corte, que es la fracción de la circunferencia del tallo, ejemplo:  $3/4S$ ,  $1/2S$ ,  $1/4s$ , etc.
- d. La dirección del corte, indicado por la flecha: Para una pica ascendente  $\uparrow$  y descendente  $\downarrow$ , la pica descendente es el sistema más aplicado, la ausencia se refiere a este sistema.

La frecuencia de la pica, para el establecimiento de la operación de la pica a todo lo largo del año se necesita de precisar los intervalos entre las picas o sangrías sucesivas. Para ello se distingue:

- a. La frecuencia teórica correspondiente al intervalo entre dos picas consecutivas en donde hipotéticamente la pica o sangrado es hecha continuamente. Ella está representado por una fracción:  $d/2$ ,  $d/3$ ,  $d/4$ , etc., en donde la cifra indica el número de días entre dos picas y que corresponde a 2, 3, 4, etc. días.
- b. En la práctica, la frecuencia teórica está modificada en su ritmo por el descanso semanal donde éste se concede. En este caso, se indica la periodicidad del ritmo, ejemplo:  $d/2 \ 6 \ d/7$ ; significando pica a cada dos días, 6días de 7 con un 1 día de descanso semanal. De igual manera  $d/3 \ 6 \ d/7$  ó  $d/4 \ 6 \ d/7$ ; corresponde sobre picas a cada 3 ó 4 días, 6 días de 7 con 1 día de descanso semanal.
- c. La periodicidad, que corresponde a uno o varios períodos de detención de la pica durante el año, por ello es necesario anotar dicha periodicidad. Se indica por las letras

siguientes: W (week = semana), M (month = mes), Y (year = año). Ejemplo: 10 m/12, significa 10 meses de 12.

También la pica está condicionada por varios paneles y que a su vez son picados en alternancia con cierta periodicidad, se indica entre paréntesis el número de cortes picados sucesivamente y la periodicidad de las alternancias en números de semana (w), meses (m) o años (y) (Gohet 1998).

El sistema general de pica utilizado en la mayoría de las plantaciones, es la  $\frac{1}{2}$  S d/2, cualesquiera que sea el clon y la edad de los árboles. Se ha podido apreciar la calidad de la pica y la buena regeneración de corteza. Sin embargo cabe recalcar que en muchos casos, la pica no tiene suficiente profundidad o bien que el consumo de corteza anual es bastante elevado.

En lo que se refiere a la evolución de los sistemas de explotación, pica o sangría y considerando los aspectos fisiológicos y económicos en relación con la frecuencia de pica y la estimulación, en Asia y África se han realizado numerosos trabajos basados en la comparación entre sistemas de pica en media espiral d/2 y el sistema de espiral d/3 y d/4, esencialmente en lo que se refiere al comportamiento fisiológico de los árboles y a las ventajas económicas que implica una reducción de la frecuencia.

Este sistema debe tener un ángulo preciso de  $30^\circ$  sobre la horizontal, ya que, los vasos laticíferos del árbol están colocados entre los  $28^\circ$  y  $32^\circ$  sobre la horizontal, optimizando la producción, así mismo, necesita un corte de corteza de 1.78 mm. por pica, a una profundidad de entre 1 y 3 mm. del cambium.

La utilización de un ángulo mayor de  $30^\circ$  solamente conduce a un mayor consumo de corteza sin incrementos en la producción; por lo que no es recomendable incrementar el ángulo de corte en las plantaciones con árboles de hule para obtener una mayor producción de látex, siendo el objetivo del ángulo permitir el escurrimiento hacia la taza recolectora.



Figura No. 8. Sistema de pica descendente  $\frac{1}{2} S \downarrow d/2 \ 6 \ d/7$ .

#### 4.10.2. SISTEMA DE PICA: INVERSA $\frac{1}{4} S \uparrow d/3 \ 6 \ d/7$

En la pica inversa el corte es hacia arriba y no hay un canal de corteza para el escurrimiento para el látex. Por tal razón, el ángulo de corte de pica debe incrementarse a  $45^\circ$ , no con el fin de incrementar producción, sino para evitar derrames de látex sobre la corteza desgastada del árbol y a pesar de las pérdidas de corteza por el mayor consumo.

En relación al ángulo del corte de pica existen ligeras modificaciones en cuanto a condiciones específicas en algunos para algunos clones y áreas del país.

Este sistema de pica se refiere a la pica efectuada en un cuarto de espiral ascendente a cada 3 días con un día sin picar a la semana.

Esté sistema de pica inversa se puede iniciar a los 10 años de pica en un sistema de explotación  $\frac{1}{2} S \ d/3$  con estimulación, pero también es una alternativa viable para explotar aquellas plantaciones de más de 20 años de pica con paneles en mal estado por: manejo inapropiado de la pica, poca regeneración de la corteza, árboles afectado por corte seco (Brown bast) o por necrosis del panel. Como en la figura No. 26 el árbol tiene daño en el panel de pica tradicional con leve regeneración de corteza.



Figura No. 9. Árbol con panel de pica dañado. Pica inversa ↑.

La pica inversa contribuye a una mejor explotación de las plantaciones. Evita el uso de escaleras, hace mejor uso de la mano de obra, permite una economía en el consumo de corteza, y aprovecha eficazmente los árboles afectados por Brown bast.

#### 4.10.2.1. CARACTERÍSTICAS DE PICA INVERSA O ASCENDENTE $\frac{1}{4}$ S d/3 ↑ 6d/7

Algunas de las características más sobresalientes de este sistema son las siguientes:

- a. La utilización de  $\frac{1}{4}$  de espiral en los paneles.
- b. El aumento de la pendiente  $45^\circ$  de inclinación en el trazo de nuevos paneles para evitar derrames excesivos de látex.
- c. La utilización de una gubia especial con mango largo para la pica.
- d. El mantenimiento del canal inferior para conducir el látex directamente a las tazas.
- e. El uso de estimulante a una concentración del 5%.
- f. El balanceo o cambio anual de los paneles.
- g. Una intensidad de pica de cada 3 días.
- h. Un consumo de 2 mm. por pica.



Figura No. 10. Sistema pica inversa o ascendente,  $\frac{1}{4} S d/3 \uparrow 6 d/7$ .

#### 4.10.3. SISTEMA INTENSIVO O DOBLE PICA $\frac{1}{2} S d/3 \downarrow 6d/7 + \frac{1}{4} S d/3 \uparrow 6d/7$

Una pica intensiva se realiza para la finalización de una plantación y depende parámetros técnicos: bajo rendimiento, cuando la producción es menor a 800 kg/Ha. de hule seco, baja densidad de población, cuando hay una densidad menor a 200 árboles/Ha., y en función de los clones nuevos, así como de parámetros económicos: baja rentabilidad escasez de mano de obra y precio bajo de hule.

En general la doble pica consiste en la explotación simultánea de dos paneles de pica: uno en panel alto en pica inversa y el otro en panel de pica descendente, con una frecuencia de pica a cada 3 días en ambos paneles, explotando cada panel en día diferente y con empleo de estimulante Ethrel látex a una concentración del 5% en pica inversa y del 2.5% en pica descendente.

La doble pica moderada hace uso de  $\frac{1}{4} S$  en pica ascendente o inversa y  $\frac{1}{2} S$  en pica descendente, con 8 estimulaciones al año con una concentración del 5% en pica inversa y del 2.5 en pica descendente, por 2 años, mientras que la doble pica fuerte o intensiva emplea  $\frac{1}{2} S$  en ambos paneles, con 10 estimulaciones por año con Ethrel látex con una concentración del 5% en pica ascendente y 2.5% de pica descendente.

Esta técnica no se puede aplicar en árboles jóvenes ya que tiene efectos negativos a nivel de experimentos en árboles de 10 años en pruebas realizadas en varios países en la historia del hule, tenemos que:

- a. Incrementa el área de pica y por ende la cantidad de corteza consumida.
- b. Se incrementa la concentración de la estimulación y la cantidad por árbol, afectando la fisiología del árbol.
- c. Incrementa el consumo de corteza se duplica, elevándose a un 100%. La producción no se incrementa en igual proporción (20%), conduciendo a una pérdida y una mala utilización de la corteza de los árboles, que forman el capital de las empresas de hule.
- d. El uso excesivo de estimulantes sumado al de consumo de corteza, provocan efectos dañinos en la salud de los árboles, y reduce la producción de hule en los siguientes 2 y 3 años después de empleado este sistema de producción.
- e. Finalmente empresas como la CIRAD cuestionan la calidad técnica del trabajo, el costo económico, el costo social, la productividad y la eficiencia en general de una empresa de hule que emplee dicho sistema de pica o de explotación (Gohet 1998).

#### **4.10.4. SISTEMAS MODERNOS DE PICA**

Los nuevos sistemas modernos de pica practicados en las Huleras jóvenes, relacionan el sistema de  $\frac{1}{2}$  S d/3 con una frecuencia de estimulación, tal es el caso de los sistemas siguientes practicados someramente en Guatemala (Palencia 2000).

- a.  $\frac{1}{2}$  S d/2
- b.  $\frac{1}{2}$  S d/3 estimulado
- c.  $\frac{1}{4}$  S inversa d/3 estimulado, este sistema es practicado solamente en las Huleras adultas de más de 25 años de producción con paneles bajos en mal estado.

#### **4.10.4.1. LA ESTIMULACION EN LOS SISTEMAS DE PICA ASCENDENTE Y DESCENDENTE**

La estimulación es un tratamiento químico, que tiene por objeto aumentar la producción del látex y reducir la frecuencia de pica de una plantación. Esto se logra agregando un químico especial, que se aplica a la corteza, que provoca la extensión del tiempo de apertura de los vasos laticíferos; por tanto, el tiempo de sangrado es mayor, incrementando la cantidad de látex a recolectar; de tal manera que si se estimulan los árboles estando bajo una frecuencia de pica  $d/2$  (pica a cada dos días), debe cambiarse la frecuencia de pica a  $d/3$  (pica a cada tres días), dando tiempo al metabolismo interno del árbol para producir el látex, de lo contrario podría provocarse un estrés en la plantación que reduciría su capacidad productiva, al aparecer problemas de resequead del panel de pica (Brown bast), incidiendo en la cantidad de árboles productivos en la plantación. Desde otro punto de vista, la estimulación, permite la reducción de personal, por tanto es una estrategia productiva, cuya finalidad es reducir los pasivos laborales, buscando mantener la relación costo-producción igual que un sistema convencional de pica.

El inconveniente es que no todo el tiempo puede estimularse, pues en la época seca, las condiciones de temperatura y humedad del ambiente no permiten al metabolismo del árbol la producción y recuperación del látex. Por tal razón, las estimulaciones se practican en los meses de invierno, donde debe de recuperarse la baja productiva causada por la reducción de las frecuencias de pica, resultado del cambio del sistema convencional al sistema estimulado (Gohet 1998).

#### **4.10.4.2. ESTIMULANTE:**

Cuando se habla del ingrediente activo, se hace referencia al químico utilizado para estimular, existiendo en el mercado diversos químicos, siendo el de mayor uso del ácido cloro -2-etilofosforico llamado Ethrel látex (Gohet 1998).

#### 4.10.4.3. CONCENTRACION

La utilización del químico para estimular, según los estudios agronómicos, puede variar dependiendo del metabolismo del clon o los clones sembrados en una plantación; así, por ejemplo: la estimulación con una materia activa al 2.5% de Ethepon, (ácido cloro -2-etilofosfórico) es adecuada para el clon RIMM 600. Por tanto cuando se prepara la solución química (mezcla) con la que se estimula y se habla de la concentración, se hace referencia al % de materia activa utilizada (Gohet 1998).

#### 4.10.4.4. APLICACIÓN DE ETHREL LÁTEX

Está indicada por diferentes símbolos correspondientes a los métodos de estimulación:

- a. En corteza raspada (Ba)
- b. En corteza sin hilacha (Ca)
- c. En corteza con hilacha (La)
- d. En el panel (Pa)
- e. En inyección en el tallo (Wa)

La cantidad de mezcla aplicada por árbol y por estimulación se indica en gramos (g) o milímetros (ml) y el largo de la corteza en que es aplicado el estimulante se indica en cm. O sea, para  $\frac{1}{2}$  S entre 0.6 y 0.8 gr. Según la edad de los árboles y para el  $\frac{1}{4}$  s 0.4 gramos por estimulación.

Existen clones llamados de metabolismo rápido, en los cuales la estimulación es muy poco necesaria y deseable, pudiendo implicar esta perjuicios fisiológicos. Así mismo hay clones llamados de metabolismo lento, los cuales tienen un flujo difícil, siendo preciso activar este mediante el uso de estimulantes. Pero, entre estos dos extremos hay clones de metabolismo medio. La sobredosificación del estimulante en los clones de metabolismo rápido implican problemas fisiológicos como el Brown bast. Mientras que la sub dosificación de esta en los clones

de metabolismo lento implica un aprovechamiento débil del potencial de los árboles y pérdidas de producción.

Otro condicionante en la estimulación es la edad de los árboles, para todos los clones, cualquiera que sea su tipo de metabolismo, el nivel de estimulación irá incrementándose a lo largo de los años, para alcanzar su nivel máximo de pica normal hacia abajo, después de los 7 años de pica aproximadamente.

#### 4.11. RENTABILIDAD DE LOS SISTEMAS DE PICA

Fernández 1990, Se entiende como rentable aquella inversión en que el valor de los rendimientos que se obtienen es superior al de los recursos utilizados. Para determinar la rentabilidad de un sistema de pica, se emplearon indicadores tales como el ingreso bruto, costos totales y el ingreso neto, como se observa en el cuadro No. 6. Se hace la observación que los costos solo se calcularon para tres sistemas en vista que los sistemas de pica extensiva o doble pica se utiliza para árboles viejos.

Cuadro No. 6. Rentabilidad de los sistemas de pica.

Sistema de pica	Ingreso Bruto	Costo Total	Ingreso Neto	Rentabilidad
1/2 S d/2	3240.54	1997.45	1243.09	62.23%
1/2 S d/3 estimulado	2840.60	1695.85	1144.15	67.50%
1/4 S d/3 ↑ estimulado	2706.85	1710.05	996.80	58.29%

Fuente: Datos recolectados en Finca el Carmen.

En donde se utilizó la fórmula de rentabilidad  $R = ((IB - CT/CT) * 100) = IN/CT * 100$ , obteniendo que para la pica general o descendente un 62.23 %, para la pica ½ S d/3 descendente estimulada 67.50% y la pica ¼ S d/3 inversa o ascendente estimulada un 58.29% de rentabilidad.

Indica que es la capacidad generadora del capital invertido, el sistema de pica ½ s d/3 estimulado presenta una rentabilidad de 67.50% en las utilidades financieras de la finca, siendo independiente de la estructura financiera o composición del pasivo. Siendo el indicador que mejor expresa la eficiencia económica de la finca.

## V. CONCLUSIONES

- 5.1. Se han descrito y documentado los sistemas de pica en el cultivo del hule (*Hevea brasiliensis*) en la finca El Carmen Coatepeque, Quetzaltenango.
- 5.2. De los sistemas reportados, el de media espiral descendente con tres días de pica en seis días de 7, con un día de descanso ( $\frac{1}{2} S \downarrow d/3 \ 6 \ d/7$ ) estimulado, es el más rentable (67.50%), obteniendo el menor costo de mano de obra y posee una mejor renovación de corteza.
- 5.3. El sistema de media espiral descendente con tres días de pica en seis días de 7, con un día de descanso ( $\frac{1}{2} S \downarrow d/3 \ 6 \ d/7$ ) estimulado, es el que provoca menos estrés a la planta evitando el aparecimiento del Brown bast, la necrosis (*Phytophthora sp.*) y la mancha mohosa del panel de pica (*Ceratosystis fimbriata*), ya que las lesiones en la corteza se van reduciendo.
- 5.4. En plantaciones con 10 años de pica se pueden utilizar la pica inversa  $\frac{1}{2} S \uparrow d/3$  con estimulación; así mismo en plantaciones con más de 20 años de explotación y con paneles de pica en mal estado por un manejo inapropiado de la pica, pobre regeneración de corteza, arboles afectados por Brown bast o bien por necrosis de panel se utiliza el sistema de  $\frac{1}{4} S \uparrow d/3$ , alto, esto para que regenere la corteza y la continuidad de pica a plantaciones con Brown bast y necrosis.
- 5.5. Para plantaciones con árboles de más de 30 años de explotación, con la pica intensiva se obtiene una mayor cantidad de látex sin importar la regeneración del tejido en vista que esta plantación será desechada.

## VI. RECOMENDACIONES

- 6.1. Utilizar el sistema  $\frac{1}{2} S d/2 \downarrow 6d/7$  en los primeros años de explotación del cultivo.
- 6.2. Al tener 5 años de explotación utilizar el sistema  $\frac{1}{2} S d/3 \downarrow 6 d/7$  estimulado, para reducir los costos de producción, obteniendo un mayor rendimiento en la producción de látex. Así mismo una renovación de corteza asegurada.
- 6.3. Si su plantación tuviera daño de corteza, Brown bast, o alguna enfermedad que detuvo la producción de látex, utilizar el sistema de  $1/4 d/3 S \uparrow 6 d/7$  estimulado o el sistema de  $1/4 d/4 S 6d/7$  estimulado, según el daño que obtiene la plantación, consultarlo a un técnico.

## VII. BIBLIOGRAFIA

1. Alvarado, JC; Nájera, C. 1997. Las enfermedades del cultivo de hule (*Hevea brasiliensis* Mull) en Guatemala. Guatemala, Gremial de Huleros de Guatemala. 54 p.
2. Compagnon, P. 1998. El caucho natural; biología, cultivo, producción. México, Consejo Mexicano de Hule - Cirad. 701 p.
3. Delabarre, M. 1997. Misión sobre administración agrícola para ayudar a evaluar y capacitar al gremio hulero sobre los niveles de rentabilidad de las plantaciones y el ordenamiento de los datos administrativos. Guatemala, CIRAD, Departamento de Cultivos Perennes, Programa Hevea. 80 p.
4. Duval, BJ. 1992. Informe de misión en Guatemala; explotación para seguir la puesta en marcha de los nuevos sistemas de pica y estimulación a nivel industrial, adaptados al material vegetal existente conforme a la misión conjunta en mejoramiento genético. Guatemala, CIRAD, Departamento de Cultivos Perennes, Programa Hevea. 65 p.
5. Fernández, SA. 1990. Introducción a la contabilidad. México. 485 p.
6. FIRA (Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura, MX). 1998. Cultivo y beneficio del hule: alternativas de inversión rentable para el trópico húmedo mexicano. FIRA Boletín Informativo 30(307):68.
7. Gohet, E. 1998. Informe misión a Guatemala; fisiología y explotación para dar a conocer los experimentos de sistemas de pica establecidos desde 1991, analizar e interpretar los resultados obtenidos y dar recomendaciones a los productores del país. Guatemala, CIRAD, Departamento de Cultivos Perennes, Programa Hevea. 42 p.
8. Gómez, JB. 1982. Anatomy of *Hevea* and its influence on látex producción. Malaysian Rubber Research and Development Board. Malaysian. 73 p.
9. Jacob, JL. 1997. Informe de misión en Guatemala, fisiología del látex del hevea y su influencia en los sistemas de explotación. Guatemala, CIRAD, Departamento de Cultivos Perennes, Programa Hevea. 55 p.
10. León, J. 1968. Fundamentos botánicos de los cultivos tropicales. Costa Rica, IICA. 487 p.
11. Linares, H. 2008. Manufacturas del caucho (en línea). Guatemala, MINECO / UE / AGEXPORT / GTZ / CENCIT / CIG. 4 p. Consultado 13 ago 2011. Disponible en: <http://www.export.com.gt/Portal/Documents/Documents/2008-10/6250/2065/Ficha05%20-%20Manufacturas%20de%20Caucho.pdf>
12. MINECO (Ministerio de Economía, GT). 2011. Hule y látex natural (en línea). Guatemala. Consultado 13 ago 2011. Disponible en <http://uim.mineco.gob.gt/documents/10438/17026/F15.pdf>

13. Ovalle Valdés, CA. 1975. Manual del cultivo de hule hevea en Guatemala. Guatemala, Ministerio de Agricultura, DIGESA, Estación Los Brillantes. p. 6-7.
14. Palencia, J. 2000. Manual general del cultivo de hule (*Hevea brasiliensis*). Guatemala, GREMHULE. 165 p.
15. Plante, U. 1999. Manual para el cultivo del caucho en la amazonia. Florencia, Caquetá, Colombia. 149 p.
16. Rivano, F. 1992. Informe de misión a Guatemala, evaluación fitosanitaria de la heveicultura. Guatemala, CIRAD, Departamento de Cultivos Perennes, Programa Hevea. 61 p.
17. Shulter, RE. 1970. The history of taxonomic studies in *Hevea*. The Bot. Rev., 36:197-265.
18. Wikipedia.com. 2010. *Hevea brasiliensis* (en línea). España. Consultado 13 ago 2011. Disponible en: [http://es.wikipedia.org/wiki/Hevea\\_brasiliensis](http://es.wikipedia.org/wiki/Hevea_brasiliensis)



No. 30. Rolando Barrios.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
 FACULTAD DE AGRONOMÍA -FAUSAC-  
 INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONÓMICAS Y AMBIENTALES  
 -IIA-



REFIIA03/11

TITULO DEL DOCUMENTO:

“EXPERIENCIAS EN LOS SISTEMAS DE PICA EN EL CULTIVO DE HULE (*Hevea brasiliensis Mull*) EN LA FINCA EL CARMEN, ALDEA EL SILENCIO, COATEPEQUE, QUETZALTENANGO, GUATEMALA, CENTROAMERICA”

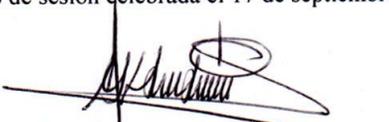
DESARROLLADO POR EL ESTUDIANTE: JOSÉ FERNANDO CIFUENTES ÁLVAREZ

CARNÉ: 8951598

HA SIDO EVALUADA POR LOS PROFESIONALES: MSc. Francisco Javier Vásquez Vásquez  
 Ing. Agr. Gerónimo López Santizo

Los asesores y las Autoridades de la Facultad de Agronomía, hacen constar que ha cumplido con las Normas Universitarias y Reglamentos de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala, enmarcado en el “PROGRAMA EXTRAORDINARIO PARA LA REALIZACIÓN DE TESIS DE GRADO PARA LA CARRERA DE INGENIERO AGRÓNOMO”, Aprobado por la Junta Directiva de la Facultad de Agronomía, según el Punto Cuarto del Acta No. 43-98 de sesión celebrada el 17 de septiembre de 1,998.

  
 M.Sc. Francisco Javier Vásquez Vásquez  
 ASESOR

  
 Ing. Agr. Gerónimo López Santizo  
 ASESOR

  
 MSc. Manuel de Jesús Martínez Oyale  
 DIRECTOR IIA.



IMPRIMASE

  
 Dr. Lauriano Figueroa Quiñónez  
 DECANO



Cc:Control Académico  
 Archivo