

UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS
LICENCIATURA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS CON ÉNFASIS EN CULTIVOS TROPICALES

EVALUACIÓN DEL CAMBIO EN EL MÉTODO DE APLICACIÓN DE
FUNGICIDAS AL PANEL DE PICA EN HULE; FINCA ROSARIO QUEZADA,
COLOMBA COSTA CUCA, QUETZALTENANGO
ESTUDIO DE CASO

EMANUEL GALINDO PONCIANO
CARNET 27021-03

COATEPEQUE, SEPTIEMBRE DE 2015
SEDE REGIONAL DE COATEPEQUE

UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS
LICENCIATURA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS CON ÉNFASIS EN CULTIVOS TROPICALES

EVALUACIÓN DEL CAMBIO EN EL MÉTODO DE APLICACIÓN DE
FUNGICIDAS AL PANEL DE PICA EN HULE; FINCA ROSARIO QUEZADA,
COLOMBA COSTA CUCA, QUETZALTENANGO
ESTUDIO DE CASO

TRABAJO PRESENTADO AL CONSEJO DE LA FACULTAD DE
CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS

POR
EMANUEL GALINDO PONCIANO

PREVIO A CONFERÍRSELE
EL TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO CON ÉNFASIS EN CULTIVOS TROPICALES EN EL GRADO
ACADÉMICO DE LICENCIADO

COATEPEQUE, SEPTIEMBRE DE 2015
SEDE REGIONAL DE COATEPEQUE

AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR

RECTOR: P. EDUARDO VALDES BARRIA, S. J.
VICERRECTORA ACADÉMICA: DRA. MARTA LUCRECIA MÉNDEZ GONZÁLEZ DE PENEDO
VICERRECTOR DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN: ING. JOSÉ JUVENTINO GÁLVEZ RUANO
VICERRECTOR DE INTEGRACIÓN UNIVERSITARIA: P. JULIO ENRIQUE MOREIRA CHAVARRÍA, S. J.
VICERRECTOR ADMINISTRATIVO: LIC. ARIEL RIVERA IRÍAS
SECRETARIA GENERAL: LIC. FABIOLA DE LA LUZ PADILLA BELTRANENA DE LORENZANA

AUTORIDADES DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS

DECANO: DR. ADOLFO OTTONIEL MONTERROSO RIVAS
VICEDECANA: LIC. ANNA CRISTINA BAILEY HERNÁNDEZ
SECRETARIA: ING. REGINA CASTAÑEDA FUENTES
DIRECTOR DE CARRERA: MGTR. LUIS MOISÉS PEÑATE MUNGUÍA

NOMBRE DEL ASESOR DE TRABAJO DE GRADUACIÓN

ING. JUAN GUILLERMO SANTAMARINA DE LEÓN

TERNA QUE PRACTICÓ LA EVALUACIÓN

ING. JACINTA IMELDA MÉNDEZ GARCÍA

ING. RAFAEL CASTAÑEDA TORO

LIC. ABEL ESTUARDO SOLÍS ARRIOLA

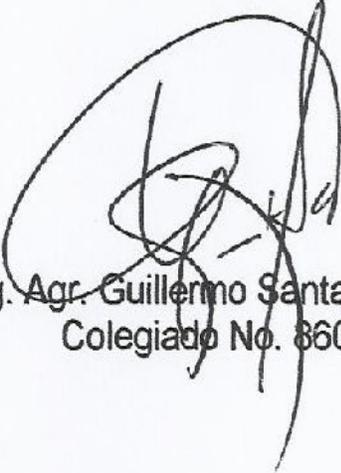
Guatemala, 9 de marzo de 2015.

Honorable Consejo de
La Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas
Presente.

Distinguidos Miembros del Consejo:

Por este medio hago constar que he procedido a revisar el informe final de Estudio de Caso del estudiante Emanuel Galindo Ponciano, que se identifica con carné 2702103, titulado: **“Efectos del control de enfermedades producto del cambio en el método de aplicación de fungicidas al panel de pica en el cultivo de hule (*Hevea brasiliensis*: Euphorbiaceae) en finca Rosario Quezada, Colomba Costa Cuca, Quetzaltenango”**, el cual considero que cumple con los requisitos establecidos por la Facultad para ser aprobado, por lo que solicito sea revisado por la terna que designe el Honorable Consejo de la Facultad, previo a su autorización de impresión.

Atentamente,



Ing. Agr. Guillermo Santamarina
Colegiado No. 860

G. Guillermo Santamarina de León
ING. AGRONOMO
Colegiado No: 860



Universidad
Rafael Landívar
Tradición Jesuita en Guatemala

FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS
No. 06334-2015

Orden de Impresión

De acuerdo a la aprobación de la Evaluación del Trabajo de Graduación en la variante Estudio de Caso del estudiante EMANUEL GALINDO PONCIANO, Carnet 27021-03 en la carrera LICENCIATURA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS CON ÉNFASIS EN CULTIVOS TROPICALES, de la Sede de Coatepeque, que consta en el Acta No. 0678-2015 de fecha 25 de agosto de 2015, se autoriza la impresión digital del trabajo titulado:

EVALUACIÓN DEL CAMBIO EN EL MÉTODO DE APLICACIÓN DE
FUNGICIDAS AL PANEL DE PICA EN HULE; FINCA ROSARIO QUEZADA,
COLOMBA COSTA CUCA, QUETZALTENANGO

Previo a conferirsele el título de INGENIERO AGRÓNOMO CON ÉNFASIS EN CULTIVOS TROPICALES en el grado académico de LICENCIADO.

Dado en la ciudad de Guatemala de la Asunción, a los 11 días del mes de septiembre del año 2015.



ING. REGINA CASTAÑEDA FUENTES, SECRETARIA
CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS
Universidad Rafael Landívar



AGRADECIMIENTOS

A:

Dios que me dio la vida, la sabiduría y la bendición de superarme

La Universidad Rafael Landívar, Facultad de Ciencias, Ambientales y agrícolas por ser parte de mi formación.

Propietarios de finca Rosario Quezada por darme la oportunidad de realizar el presente estudio de caso.

Ing. Henry Esduardo Vásquez por brindarme el apoyo necesario para el presente estudio de caso.

Mi familia en general por su apoyo moral e incondicional a lo largo de mi vida de estudiante.

DEDICATORIA

A:

Dios: Quién da la sabiduría, el entendimiento, misericordia y su fidelidad para alcanzar mis metas.

Mis padres:

José Luis Galindo Avendaño y Emilia Ponciano por sus sabios consejos y por su inmenso amor.

Mi esposa:

Cristina Arévalo de Galindo por brindarme su amor y comprensión.

Mis hijos:

Emily Cristina Galindo Arévalo y José Emanuel Galindo Arévalo por su amor y ternura, por ser la razón de mi esfuerzo y mi alegría.

Mis hermanos:

Nancy, Luis, Allan y Angel gracias por su apoyo.

INDICE

RESUMEN	i
SUMMARY	ii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA	2
2.1. Genero Hevea	2
2.2. Descripción del árbol de hule	3
2.2.1. Clasificación Taxonómica	3
2.2.2. Clasificación Botánica	3
2.3. Requerimientos del cultivo	4
2.4. Morfología de la Corteza	4
2.5. Morfología del Tallo	5
2.6. El panel de pica	5
2.6.1. Definición de pica	6
2.7. Principales enfermedades que afectan al cultivo del hule	6
2.8. Enfermedades del panel pica	6
2.8.1. Mancha mohosa	6
2.8.1.1. Importancia y distribución	7
2.8.1.2. Medios de contagio de mancha mohosa	7
2.8.1.3. Síntomas	7
2.8.1.4. Hospederos	8
2.8.1.5. Control Preventivo	8
2.8.1.6. Control Curativo	8
2.8.2. Raya Negra	8
2.8.2.1. Importancia y distribución	8
2.8.2.2. Diseminación	9
2.8.2.3. Síntomas	9
2.8.2.4. Hospederos	9

	2.8.2.5.	Control Preventivo	10
	2.8.2.6.	Control Curativo	10
2.9.		Estimulación	10
2.10.		Técnica de aplicación de los fungicidas	11
	2.10.1	Método y equipo para la aplicación de fungicida	11
	2.10.2	Método con brocha	11
	2.10.3	Método por aspersion	11
	2.10.4	Aspersora de presión previa	12
	2.10.5	Pulverizadora de presión Matabi, Style, Berry 7	12
	2.10.6	Boquilla	12
	2.10.6.1.	Tipos de boquillas	13
	2.10.6.2.	Boquillas de hendidura, abanico o chorro plano	13
	2.10.6.3.	Boquillas de turbulencia o de chorro cónico	14
2.11.		Uso de Colorantes	14
2.12.		Desinfección de equipo y herramientas de pica	15
III.		CONTEXTO	16
	3.1.	Descripción del contexto	16
IV.		JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO	18
V.		OBJETIVOS	20
	5.1.	General	20
	5.2.	Específicos	20
VI.		METODOLOGÍA	21
	6.1.	Diseño de instrumentos y procedimientos	21
	6.2.	Proceso de recolección de datos	22
	6.2.1	Evidencia documental y utilización de registros y archivos	22
	6.2.2	Entrevista a diversos informantes	22
	6.3.	Variables de estudio	22
	6.4.	Análisis de la información	23

VII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	24
7.1. Intervención	24
7.1.1. Cambio en el método de aplicación de fungicidas al panel de pica	24
7.1.2. Otras medidas probadas	24
7.2. Resultados	24
7.2.1. Incidencia y severidad de enfermedades para cada uno de los métodos de aplicación para sistema de pica S/2, D/4	24
7.2.1.1. Incidencia	25
7.2.1.2. Severidad	25
7.2.2. Criterios de decisión para el cambio de método de aplicación de fungicidas	30
7.2.3 Rendimiento kilogramo de hule seco por hectárea	31
7.2.4 Costo de producción	32
7.2.5 Relación beneficio/costo	35
VIII. CONCLUSIONES	36
IX. RECOMENDACIONES	37
X. BIBLIOGRAFÍA	38
XI. ANEXO	41

INDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
1	Clasificación taxonómica de <i>Hevea brasiliensis</i>	3
2	Grado de escolaridad de cada uno de los involucrados	21
3	Incidencia y severidad de las enfermedades del panel de pica Mancha Mohosa y Raya Negra, en ambos métodos	25
4	Eficacia y severidad en porcentaje para cada uno de métodos de aplicación para el control de moho gris del panel de pica	26
5	Eficacia y severidad en porcentaje para cada uno de métodos de aplicación para el control de Raya Negra del panel de pica	27
6	Relación de precipitación pluvial e incidencia de moho gris en el panel de pica en los meses más lluviosos año 2,007	28
7	Relación de precipitación pluvial e incidencia de raya negra en el panel de pica, en los meses más lluviosos año 2,007	29
8	Comparación entre ambos métodos	31
9	Rendimiento en kilogramos de hule seco por hectárea en finca Rosario Quezada año 2,007.	31
10	Costo de producción por hectárea año 2,007 bajo el sistema de pica S/2, D4	32
11	Comparación de los costos de producción, ingresos y rentabilidad para ambos métodos de aplicación	34

INDICE DE FIGURAS

Figura		Página
1.	Método de aplicación con aspersora y boquilla bajo volumen y eficacia para el control de moho gris	26
2.	Método de aplicación con aspersora y boquilla bajo volumen y eficacia para el control de raya negra	27
3.	Comportamiento de la precipitación pluvial e incidencia moho gris en finca Rosario Quezada	29
4.	Comportamiento de la precipitación pluvial e incidencia de raya negra en finca Rosario Quezada	30
5.	Comportamiento de la curva de producción a lo largo del año 2,007	32

EVALUACIÓN DEL CAMBIO EN EL MÉTODO DE APLICACIÓN DE FUNGICIDAS AL PANEL DE PICA EN EL CULTIVO DE HULE EN FINCA ROSARIO QUEZADA, COLOMBA COSTA CUCA, QUETZALTENANGO

RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue analizar los resultados del cambio del método de aplicación de fungicidas al panel de pica, anteriormente los fungicidas se aplicaban tradicionalmente mediante el uso de una brocha de 7.62 cm (3 pulgadas) de ancho, desde el mes de junio del año 2,007 se implementó el método de aplicación con aspersora y boquilla bajo volumen, para el control de moho gris (*Ceratocystis fimbriata*) y raya negra (*Phytophthora palmivora*). La sistematización de este cambio se realizó en finca Rosario Quezada, Colomba Costa Cuca, Quetzaltenango. Se recopiló la información a través de preguntas dirigidas, revisión de documentos y registros de la finca. Con los datos de severidad e incidencia se calculó la eficacia comparando ambos métodos de aplicación. Se obtuvo un 65.68% de eficacia de control para moho gris y 66.21% para raya negra, utilizando el método con aspersora y boquilla bajo volumen se elaboraron graficas del comportamiento de la enfermedad, comparado con la cantidad de milímetros en los meses más lluviosos. Se analizó la rentabilidad para ambos métodos, el método de aplicación de fungicidas con aspersora fue de 34.72% y del método con brocha fue de 25.44%, dando este último menor rentabilidad. La relación beneficio costo para el método con aspersora fue de Q.1.53 y el de brocha Q. 1.34. El método de aplicación de fungicidas con aspersora de presión previa y boquilla bajo volumen mostro un mejor estado de sanidad del panel de pica.

EVALUATION OF THE CHANGE IN THE FUNGICIDE APPLICATION METHOD TO THE TAPPING PANEL IN RUBBER PRODUCTION IN THE ROSARIO QUEZADA FARM, COLOMBA COSTA CUCA, QUETZALTENANGO

SUMMARY

The objective of this study was to analyze the results derived from changing the fungicide application method to the tapping panel; before, fungicides were applied traditionally through the use of a 7.62 cm (3 inches) wide paintbrush. Since June 2007, a sprayer and nozzle under volume application method was used to control grey mold (*Ceratocystis fimbriata*) and black pod (*Phytophthora palmivora*). The systematization of this change was carried out in the Rosario Quezada farm, Colomba Costa Cuca, Quetzaltenango. Data was gathered through direct questions and review of documents and registries from the farm. Using severity and incidence data, the efficacy was estimated while comparing both application methods. A control efficacy of 65.68% was obtained for grey mold and 66.21% for black pod; using the spray and nozzle under volume application method, disease behavior charts were designed in order to compare the amount of millimeters during the rainy season. The profitability for both methods was compared, as well as the spray fungicide application method which was 34.72% and the profitability in the paintbrush method was 25.44%, yielding a lower profitability. The cost-benefit relationship for the spraying method was Q1.53 [equivalent to US\$0.20] and that of the paintbrush was of Q1.34 [equivalent to US\$0.18]. The application method, with previous pressure sprayer and nozzle under volume, showed a best health status in the tapping panel.

I. INTRODUCCIÓN

En Guatemala, el cultivo de hule (*Hevea brasiliensis* Willd. Ex ADR. De Juss Muell. Arg., Euphorbiaceae) es de importancia económica por la demanda de hule natural para la elaboración de productos en la industria del caucho. La parte más importante del árbol en la explotación es el panel de pica, si este es bien manejado epidemiológicamente se asegura una buena y larga vida útil de los árboles. Por tal razón debe efectuarse un buen manejo de la plantación; y crear la necesidad que las áreas ya establecidas se tecnifiquen. Uno de los problemas más serios lo ocasiona el complejo de hongos, mancha mohosa (*Ceratocystis fimbriata* Ellis & Halst) y raya negra (*Phytophthora palmivora* Butler), las cuales se desarrollan especialmente en época lluviosa y afectan el panel.

Los criterios para la aplicación de productos fungicidas en la unidad de estudio finca Rosario Quezada, no son los más recomendados técnicamente; porque estos debieran de surgir de trabajos de investigación y en dicha finca se realizaba empíricamente. Ante esta incertidumbre, el costo y carencia de mano de obra en ciertas regiones heveícolas, así como mejorar la productividad, han llevado a la implementación de nuevas tecnologías para la aplicación de protectantes, cambiando el método tradicional de aplicación manual de la mezcla fungicida, cuya forma de aplicación es con una brocha de 7.62 cm (3 pulgadas) de ancho.

El presente estudio de caso fue registrado en finca Rosario Quezada, en el municipio de Colimba Costa Cuca, Quetzaltenango, a partir de Junio del año 2007. En él se documentan los resultados obtenidos a partir de la implementación de aplicar los fungicidas mediante el uso de aspersor de presión previa Mataby Berry 7, con capacidad de 5 litros de mezcla, dotados con boquillas de bajo volumen TJ 800050, que permiten la aplicación de la mezcla de forma dirigida al panel de pica a volúmenes bajos, logrando una pulverización de la gota y el 100% del panel desinfectado, se cambió por el tradicional método de aplicación de mezcla con una brocha de 3 pulgadas de ancho y un recipiente abierto, permitiendo pérdidas de producto.

II. REVISION DE LITERATURA

2.1 El Genero *Hevea*

Es originario de la región amazónica en Sur América. En esta zona se pueden encontrar nueve especies de éste en forma silvestre: *Hevea brasiliensis*, *H. benthamiana*, *H. pauciflora*, *H. spruceana*, *H. viridis*, *H. guyanensis*, *H. rigidifolia*, *H. microphylay* *H. camporum* (GREMHULE, 2000).

Según Compagnon (1998), las nueve especies de este género producen látex, aunque no todos de buena calidad. De estos el *H. brasiliensis* es el que más se ha estudiado y el que desde hace más de cien años ha sido ampliamente explotado.

Los primeros estudios científicos de caucho (Nombre derivado del quechucahutchu, Madera que llora) fueron realizados entre 1736 al 44 por Charles de la Condamine y Francois Fresnau, convirtiéndose estos en los promotores de caucho en Francia (Ochese, Souler, Dickman y Welhburg, 1965).

Hacia el año de 1876 fue subtraído de Brasil alrededor de 70,000 semillas de *Hevea* y enviadas a Inglaterra por el británico H.A. Wickman, enviado materiales a colonias británicas de Asia (Ceylan, Singapur y Malasia) y África (Nigeria). De esta manera se da origen a las plantaciones asiáticas (De Rafols, 1964).

A raíz de la invención del neumático por John Dunlop (1888) y luego por Edouard Michellin (1895) se provocó una explosión de la demanda de caucho natural y se empieza a utilizar todas aquellas plantas que contienen látex como lo son en América las *Castilloas* (*Castilloa elastica* y *Castilloa ulei*). *Guayule* (*Perthenium argentatum*) (Barron, 1948).

En Guatemala se inicia la siembra de *Castilloa* elástica en 1899, las cuales fueron eliminadas debido al desequilibrio ocasionado por los malos manejos de industrialización de este tipo de hule, como el incremento de plantaciones de hule

Hevea en el sur y sureste Asiático. Seguido de la baja de precios del producto en el mercado internacional (Technhule, 1998).

Así mismo a comienzos de la segunda guerra mundial, los japoneses ocupan fuertes de suministros asiáticas, cortando el suministro de caucho en un 90%. Los Estados Unidos crean una industria de caucho sintético y se impulsa la siembra de hevea en Latinoamérica. En 1941 renace la siembra en Guatemala y se llega a 460 hectáreas en 1945 (Ovalle, 1975).

2.2 Descripción del árbol de hule

2.2.1 Clasificación taxonómica

Cuadro 1. Clasificación taxonómica de *Hevea brasiliensis*

Categoría	Taxón
Reino	Vegetal
Sub-reino	Embryobionta
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Sub-clase	Rosidae
Orden	Euphorbiales
Familia	Eufhorbiaceae
Género	Hevea
Especie	brasiliensis

(GREMHULE, 2000)

2.2.2 Clasificación botánica

Pineda (2006) describe el árbol de hule de la siguiente manera: El árbol de *hevea* es de tamaño mediano de 15 a 20 metros de altura con ramas robustas lisas y que contienen mucho jugo lechoso o látex. El pecíolo es delgado, verde y de 3.5 a 30cm de largo. Las hojuelas son de tallo corto y elíptico-oblongo o adobado-oblongo. La base es angosta-aguda, las hojuelas individuales son enteras

pinatinerbadas de color oscuro por arriba, y de color más claro y glaucas por debajo, de 5 a 35cm de largo y de 2.50 a 12.5cm de ancho. La inflorescencia es axilar y lateral, con tallos laxa en forma de panícula de muchas flores, y con pubescencia corta. Las flores son unisexuales monoicas, pequeñas y de color amarillo claro. El cáliz es campanulado con cinco segmentos angostamente triangulares. En la flor masculina hay diez estambres, ellos están conatos formando una columna con las anteras en dos hileras.

Chee y Holliday (1986), mencionan que los árboles de hule alcanzan cerca de 20 m de altura y que su vida comercial es de 30 a 35 años.

2.3 Requerimientos del cultivo

El hule (*H. brasiliensis*) requiere temperaturas comprendidas entre 22 y 32° C, las precipitaciones deben ser bien distribuidas durante todo el año y estar comprendidas entre los 1,800 a 3,000 mm. Tolera vientos de hasta 100 km/hora y se desarrolla bien con 6 horas luz/día o 2190 horas anuales. Se adapta bien a alturas comprendidas entre los 150 y 600 msnm, en suelos profundos, ricos en materia orgánica, con texturas desde francos a franco arcilloso, con buen drenaje y pH comprendido entre 4.5 y 5.5 (GREMHULE, 2000).

2.4 Morfología de la corteza

La raíz, tallo y ramas del árbol de hule están revestidos por una piel natural, llamada corteza, la cual consta de corteza exterior, corteza media y cambium. La corteza exterior sirve para proteger sus tejidos internos, la corteza media contiene los vasos laticíferos que están colocados en forma oblicua por todo el tallo del árbol, conectados entre sí por canales o conductos horizontales a través de los cuales se conduce el látex. La red de vasos o tubos laticíferos es mayor en la medida que se acercan al cambium. El cambium se encuentra entre la madera y la corteza media; y su función principal es aumentar el grosor del tallo, mediante la formación de madera y corteza cuando se provocan heridas con la cuchilla de pica. El cambium es un capa lignosa de color claro que está cubriendo la madera

del árbol, y están delicadas, que si se hiere puede provocar la muerte del árbol por ahorcamiento, por lo que se debe tener especial cuidado de no lastimarlo con la labor de pica (GREMHULE, 2000).

2.5 Morfología del tallo

El tallo es la parte vegetativa económicamente más importante en el *Hevea*, cuyo desarrollo de las partes internas determina en forma directa el inicio de la explotación, a través de los sistemas de explotación. Este desarrollo depende de: tipo de clon, el ambiente, los nutrientes, el agua y el manejo agronómico que se le brinde al cultivo durante la etapa de crecimiento (GREMHULE, 2000).

Los troncos del *Hevea* son ligeramente cónicos en la base, con la corteza de un color verde grisáceo. En plantaciones comerciales las plantas son uniformes, los troncos son cilíndricos a cualquier distancia del suelo. En la unión entre el patrón y el injerto. Se forma un crecimiento irregular o una malformación llamado pata de elefante. Esta malformación no está presente en los clones más vigorosos (GREMHULE, 2000).

El tronco va tomando una forma cilíndrica, simultáneamente, mientras aparecen las distintas coronas. Todo esto, está sincronizado entre el funcionamiento del cambium, y las células del meristemo apical. Las ramificaciones se desarrollan entre las coronas foliares, una de las características necesarias, para seleccionar un clon, es una arquitectura equilibrada, o sea con un buen crecimiento promedio por año del eje principal y con ramificaciones secundarias, cortas y homogéneas (GREMHULE, 2000).

2.6 El panel de pica

El panel de pica, define la zona de la corteza del tallo a explotar. Esta corteza puede estar virgen (no explotada), regenerada por primera vez (con una explotación) o regenerada por segunda vez (GREMHULE, 2000).

2.6.1 Definición de la pica

El látex se sitúa en una red de vasos laticíferos que se comunican más o menos entre ellos; es fluido. La incisión de estos vasos permite el derrame del látex hacia el exterior. La pica que consiste en efectuar una herida llamada corte en la corteza del árbol. Esta operación se repite a lo largo del año con una frecuencia característica del sistema de pica (Compañón, 1998).

2.7 Principales enfermedades que afectan al cultivo de hule

Pineda (2006), las principales enfermedades que se reportan en nuestro país y que causan daños económicos en la producción son las siguientes:

- a. Enfermedad sudamericana de la hoja cuyo patógeno es el hongo (*Microcyclus ulei*).
- b. Pudrición en hojas terminales, patógeno causal (*Colletotricum* spp).
- c. Enfermedad rosada (pink disease) patógeno el hongo (*Corticium salmonicolor*).
- d. Antracnosis, el cual presenta como patógeno al hongo (*Glomerella cingulata*).
- e. Pudrición mohosa, patógeno responsable (*Ceratocystis fimbriata* Ellis & Halst).
- f. Liber Moreno (Brown Bast) se trata de una enfermedad fisiológica.
- g. Cáncer en el tronco y muerte de los brotes, causado por (*Phytophthora palmivora*).
- h. Enfermedad morena que tiene como agente patógeno al hongo (*Fomes noxius*).
- i. Pudrición blanca de la raíz provocada por el hongo (*Fomes lignosus*).

2.8 Enfermedades del panel de pica

Los problemas más serios en el país, los ocasiona la mancha mohosa (*Ceratocystis fimbriata* Hellis & Halst) y raya negra (*Phytophthora palmívora* Butler) las que causan infecciones que ocasionan la destrucción del cambium evitando la regeneración respectiva y reduciendo en esta parte la producción de látex (GREMHULE, 1997).

2.8.1 Mancha mohosa: (*Ceratocystis fimbriata*)

Pineda (2006) afirma que es una de las enfermedades de mayor importancia económica en el cultivo de hule, la cual es incitada por el hongo (*Ceratocystis*

fimbriata Hellis & Halst), afectando así la producción de látex, su ataque se centra en la obstrucción de los vasos lactíferos, disminuyendo la vida útil del árbol porque deforma el panel de pica y de esta manera hace muy difícil que la corteza se regenere normalmente.

2.8.1.1 Importancia y distribución

Enfermedad que causa severos daños sobre la madera expuesta por el corte de pica, especialmente durante la época lluviosa y en áreas donde continuamente la atmósfera es húmeda. En el país es raro encontrar una finca libre de éste patógeno; daños mínimos de infección se dan en aquellas fincas (para la zona Sur occidente) situadas cerca del rango mínimo altitudinal de siembra es decir unos 180 msnm (600psnm) dadas las condiciones de menor precipitación y humedad. Los primeros daños empiezan a observarse a mediados de junio en la región Sur y en la zona norte durante la mayor parte del año. Los clones RRIM 600, PR 107, LCB 1320 son susceptibles (Alvarado, 1997).

2.8.1.2 Medios de contagio de la enfermedad mancha mohosa

El principal medio de contagio es la cuchilla de pica, pero influye el factor humedad ambiental. La enfermedad puede ser diseminada también por los insectos, corrientes de aire, agua de lluvia y la ropa de los picadores (Cruz 1990).

2.8.1.3 Síntomas

La primera señal de la infección es el apareamiento de depresiones leves, manchas o pústulas de 0.5 a 2 cm de diámetro apareciendo justamente sobre el corte de pica las cuales son oscuras y llegan a ser cubiertas por moho gris blanco. La parte afectada llega a formar una banda irregular que corre paralelamente, dejando una depresión húmeda en 3 ó 4 semanas después de la infección. Masas de micelio son observables cuando la infección está bastante avanzada sobre 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 de producción (Alvarado, 1997).

2.8.1.4 Hospederos

Entre las plantas hospederas se incluye el cacao, (*Theobroma cacao* L.) el coco, (*Cocus nucifera* L.) café (*Coffea arábica* L.), mango, (*Magifera indica* L.), Frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) (Alvarado, 1997).

2.8.1.5 Control preventivo

El hongo es un patógeno de heridas que requiere de corteza recién cortada y de humedad para seguir infectando. Las aplicaciones periódicas de fungicidas en dosis mínima recomendada, mantienen limitado el desarrollo del hongo. Las prácticas culturales juegan un papel importante, deberá plantarse a densidades de 480 a 510 árboles/ha; las heridas deben ser evitadas y cuando ocurren deben tratarse. El control de malezas reducirá la humedad dentro de la plantación y por ende las condiciones favorables para el desarrollo del hongo. Como medida de prevención las cuchillas pueden desinfectarse durante la pica dotando al picador con un envase que contenga formalina al 10% (Alvarado, 1997).

2.8.1.6 Control curativo

La detección de la enfermedad es relativamente fácil debido al crecimiento superficial del hongo, sugiriéndose un programa de control con alternancia de los fungicidas. La frecuencia de aplicación dependerá directamente de la frecuencia de explotación, la severidad de la enfermedad y de la susceptibilidad clonal (Alvarado, 1997).

2.8.2 Raya Negra (*Phytophthora palmivora*)

2.8.2.1 Importancia y distribución

Este Patógeno disminuye sensiblemente los rendimientos de producción debido al efecto nocivo sobre la corteza y los vasos laticíferos disminuyendo el flujo del látex. Se ha propagado por toda la región hulera de Guatemala. Durante los períodos húmedos prolongados, los primeros daños empiezan a manifestarse a

partir del mes de Junio. Susceptibilidad clonal se reporta en los clones PB 86, RRIM 600, PR 107, PB 255, PB 260, PB 217, PB 28/59 (GREMHULE, 1997).

2.8.2.2 Diseminación

El hongo se encuentra comúnmente en el suelo, siendo transportados los esporangios y zoosporas en las gotas de agua al salpicar. Las infecciones desarrollan en mayor grado en plantaciones con alta densidad de árboles, enmalezadas, con pica profunda, en las partes bajas del fuste y con un inadecuado control fitosanitario. La diseminación se da por el agua, el viento, y también por la cuchilla de pica (GREMHULE, 1997).

2.8.2.3 Síntomas

La enfermedad manifiesta grietas verticales gris-oscuro, las cuales aparecen justamente arriba del corte de pica y se desarrollan hasta la madera destruyendo gran parte del panel en casos extremos. Las heridas resultantes exponen madera y evitan una regeneración uniforme de la corteza por lo cual puede quedar inservible para volverla a explotar. Si no se controla la Raya Negra puede infectar la corteza virgen abajo del corte de pica. La infección penetra hasta el cambium, resultando algunas veces deslechamientos y formación de coágulos hediondos debajo de la corteza podrida, algo que inclusive se puede dar en el cuello de la planta. También puede ascender hacia la corteza regenerada por encima del corte de pica (GREMHULE, 1997).

2.8.2.4 Hospederos

Dentro de los hospederos conocidos en la región Sur-occidental, se reportan Papaya (*Carica papaya* L.), Mango (*Mangifera indica* L.), Cítricos (*Citrus spp*), Cacao, (*Theobroma cacao* L.), Frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), Tomate (*Lycopersicon sculentum* L.), Chile (*Capsicum annum* L.), Aguacate (*Persea americana* L.), Piña (*Ananas comusus* L.), Macadamina (*Macadamia integrifolia* L.) (Gremhule, 1997).

2.8.2.5 Control preventivo

La apertura de paneles debe hacerse en períodos sin lluvia, además evitar las picas muy profundas (no menor de 1 mm del cambium). La aplicación de fungicidas de contacto (preventivos) deberá mantenerse a cada 4-7 días durante el período lluvioso, y a cada 20 días durante la época seca. También ayuda en buen grado mantener las malezas bajas, así como la eliminación del musgo debajo del corte de pica. Como medida de prevención las cuchillas se pueden desinfectar durante la pica con formalina al 10% (Alvarado, 1997).

2.8.2.6 Control curativo

Se pueden utilizar los productos fungicidas específicos para la enfermedad. La frecuencia de aplicación dependerá directamente de la frecuencia de explotación y de la susceptibilidad clonal. Una medida erradicativa puede ser la remoción del tejido enfermo exponiendo el límite del tejido infectado y la posterior aplicación de fungicida (Alvarado, 1997).

2.9 La estimulación

La estimulación del hule es el tratamiento aplicado a un árbol, que para un sistema de pica dado (largo del corte e intensidad de pica) tiene por objeto incrementar la producción de látex, el combinar los sistemas de pica y de estimulación conduce a definir un sistema de explotación (Regil, 2002).

El uso de estimulantes en el cultivo del hule se remonta a principios del siglo XX; en Malasia en el año 1902 casualmente se descubrió que la costumbre de raspar la parte exterior de la corteza debajo del canal de pica aumentaba sustancialmente la producción de látex (Regil, 2002).

En 1968 se demostró que el etileno era muy efectivo para la estimulación del látex en hule, usando el ácido 2 cloro etilfosfónico, conocido como Etephon, que se descompone por hidrólisis liberando etileno dentro del tejido vegetal (Regil, 2002).

2.10 Técnica de aplicación de los fungicidas

Los criterios de elección de una técnica de aplicación deben tener en cuenta esencialmente la localización en el árbol de la zona a tratar, de su superficie y del tiempo disponible para la aplicación de los tratamientos. Las técnicas de aplicación no plantean demasiados problemas en cuanto a las enfermedades de hojas en vivero, enfermedades del tronco y de raíces en plantaciones; pero en lo que se refiere a enfermedades de hojas en plantaciones adultas, el tratamiento es más delicado (Díaz, 2006).

En la mayoría de unidades productivas se utilizan mujeres a las cuales se les provee de un recipiente con capacidad de 4 litros de la mezcla fungicida y la brocha para 700 árboles, en otras fincas se les da a los mismos picadores la tarea de aplicar los fungicidas, los cuales lo hacen después de su labor de pica, en una hora no adecuada, donde las lluvias tempranas lavaban el producto. Este tipo de aplicación es dirigido únicamente al área del panel de pica.

2.10.1 Métodos y equipos para la aplicación de fungicidas

2.10.2 Método con brocha

La técnica de aplicación de los fungicidas en el panel de pica con brocha, consiste en utilizar una brocha de 7.62 cm de ancho (3 pulgadas), normalmente se utiliza la brocha de lado cubriendo solamente de 2 a 3 cm del panel; quedando a veces parte de la enfermedad sin controlar, cada vez que se trata un panel se moja la brocha y se desplaza de la parte de arriba hacia abajo y luego de abajo hacia arriba, provocando derrames y/o goteos por efecto del mojado (Díaz, 2006).

2.10.3 Método por aspersión

Esta técnica no está generalizada dentro de las plantaciones de hule, no teniéndose estandarizada la técnica de aplicación, se utilizan aspersoras de presión retenida o de presión previa de 16 litros de capacidad, variando el volumen de caldo por lo que dificulta su manejo y el peso es muy fatigoso.

2.10.4 Aspersora de presión previa.

Es la fumigadora que se ha estado utilizando, debido a su versatilidad en el manejo, no resultando molesto el manejo para el operador. Regularmente se utilizan bombas de capacidad de 5 litros, como la pulverizadora de presión previa Matabi® Style o Berry 7 (Agraria 2,013).

2.10.5 Pulverizadora de presión previa Matabi® Style, Berry 7.

Es un aspersor Idóneo para trabajar en aquellos cultivos que, por su técnica de aplicación o dificultad del terreno, exijan tener la mano libre y/o no permitan llevar grandes pesos en la espalda, con una capacidad útil de 5 litros (0.017 m^3), con diseño estilizado, ergonómico compacto y ligero (19 X 19 X 47 cm.) necesitándose 58 unidades para un metro cubico, lanza de fibra de vidrio (58 cm.), visor de líquido mediante manguera transparente (1.30m.), con accesibilidad a todos sus componentes, posee válvula de seguridad y descompresión, peso neto de 1.26 kg., y con el contenido de mezcla 6.26 kg. Para herbicidas trabaja con presión 1 – 2 bar (14 – 28 psi), presión alta para insecticidas 1.5 – 2.5 bar (21 – 35 psi), la presión de ensayo es de 9 bar, el caudal de descarga es de 0.05 litros por minuto a una presión de 3 bares (Agraria, 2013).

2.10.6 Boquilla.

Se llama boquillas a todos los tubos adicionales de pequeña longitud constituidos por piezas tubulares adaptadas a los orificios. Se emplean para dirigir el chorro líquido. Su longitud debe estar comprendida entre vez y media (1,5) y tres (3,0) veces su diámetro. De un modo general, y para longitudes mayores, se consideran longitudes de 1,5 a 3,0 D boquillas; 3,0 a 500 D tubos muy cortos; 500 a 4000 D (aproximadamente) tuberías cortas; arriba de 4000 D tuberías largas. El estudio de orificios en pared gruesa se hace del mismo modo que el estudio de las boquillas. Las boquillas pueden ser entrantes o salientes y se clasifican en cilíndricas, convergentes y divergentes. A las boquillas convergentes suele llamárseles toberas (TeeJet 2004).

2.10.6.1 Tipos de boquillas.

En el mercado se encuentran diferentes tipos de boquillas, de manera que se puedan conseguir las más apropiadas para cada tipo de aplicación. La distribución superficial producida y el tamaño de las gotas para un determinado nivel de presión del líquido que llega a la boquilla son los parámetros que determinan los criterios de selección (TeeJet 2004).

2.10.6.2 Boquillas de hendidura, abanico o chorro plano:

En ellas el orificio de salida no es circular, sino alargado en forma de hendidura. La pulverización se consigue por el choque de dos láminas líquidas convergentes en las proximidades de la hendidura. El chorro de pulverización es un chorro cónico muy aplastado, con forma de pincel y ángulo entre 80° y 110°, con gotas más gruesas en los extremos del abanico. El aumento de la presión entre 1 y 4 bar incrementa sensiblemente su caudal, el ángulo de abertura del chorro y su aplastamiento, pero modifica poco la finura de pulverización.

Proporcionan generalmente gotas de tipo medio, con presiones entre 2 y 4 bar, lo que las hace las más indicadas para aplicar herbicidas o siempre que se desee una buena distribución superficial sobre cultivos de poco desarrollo foliar. El perfil superficial de distribución de líquido es generalmente triangular, por lo que para conseguir una cobertura uniforme se recomienda el solapamiento de los chorros. También se comercializan boquillas de abanico con perfil de distribución uniforme, especialmente diseñadas para trabajar separadas en aplicaciones en bandas. Algunos fabricantes ofrecen boquillas de doble salida, lo que da lugar a dos chorros planos idénticos.

Por solapamiento de chorros de boquillas contiguas, en las condiciones anteriormente señaladas se pueden conseguir una alta uniformidad de distribución, pero deben estar montados de manera que los chorros de boquillas contiguas no choquen, para lo que se les da una ligera inclinación respecto al plano transversal en que están situadas (TeeJet 2004).

2.10.6.3 Boquillas de turbulencia o de chorro cónico

Estas boquillas dividen el líquido al convertir su energía potencial bajo presión en velocidad, por variaciones bruscas de sección y de dirección. Este movimiento, en forma de torbellino, lo provoca una cámara helicoidal o una hélice giratoria y un orificio calibrado en la placa de salida a la atmósfera. El propio movimiento helicoidal que toma el líquido en la boquilla se mantiene en el chorro de pulverización, dando lugar a un chorro cónico de gotas, más gruesas y con más cantidad de líquido en el exterior, y muy pocas y mucho más finas en el interior (cono hueco). En las cono lleno, en la parte interior del chorro se mantiene una pulverización abundante. El aumento de presión de la presión de trabajo modifica poco su caudal, pero aumenta la finura de pulverización. La finura de la población de gotas formada, en comparación con otros tipos de boquillas, hace que sean recomendadas cuando se busca fuerte penetración y cubierta densa sobre el vegetal. Se recomiendan para la aplicación de insecticidas y fungicidas, tanto en cultivos bajos como en los de gran desarrollo foliar (en los pulverizadores hidroneumáticos, también conocidos como atomizadores), con presiones entre 5 y 15 bar (TeeJet 2004).

2.11 Uso de colorantes

Debido a que la mayoría de fungicidas que se utilizan en el control de las enfermedades del panel de pica son incoloros y la dificultad que se tiene para una supervisión personalizada ha llevado a la búsqueda de productos que se agreguen a la mezcla y que sirvan de indicadores de la aplicación de los productos, se ha hecho uso del óxido de hierro amarillo o pintura en polvo para pisos color amarillo, esto con el fin de identificar las aplicaciones de los productos fitosanitarios. La dosis regularmente utilizada es de 40 gramos por litro de mezcla; con esta dosis se produce una capa de 3 mm de espesor, la cual enmascara las enfermedades; por lo que en muchos paneles no permite detectarlas a tiempo avanzando estas por debajo de la capa. Ante la dificultad encontrada con el uso de óxido de hierro, se introdujo el uso de violeta genciana, posteriormente el uso de anilinas de

colores violeta, azul y verde, utilizando 0.5 gramos por litro de mezcla (Díaz, 2006).

2.12 Desinfección de equipo y herramientas de pica

Con el fin de evitar la proliferación de las enfermedades por medio del equipo y las herramientas de pica se utiliza formalina al 10%, sin embargo existe resistencia por parte del picador ya que aduce que este producto le irrita la piel. Por lo que se ha cambiado al uso de cloro al 1%. Otro producto que se utiliza en la desinfección de herramientas en hule es el Vanodine FAM®, a razón de 25 cc., por litro de agua, este producto tiene una ventaja adicional, posee un anticoagulante, por lo que lo hace más efectivo que el cloro, manteniendo limpia la cuchilla de pica. La práctica de desinfección de la cuchilla de pica, es importante efectuarla, porque la cuchilla es la principal herramienta de diseminación de las enfermedades en el panel de pica (Díaz, 2006).

III. CONTEXTO

3.1 Descripción del contexto.

En la fase de desarrollo de la implementación de controles fitosanitarios al panel de pica, las personas involucradas en el cultivo del hule no daban importancia al método de aplicación y manejo de los productos químicos, ni a las enfermedades. Sin embargo la intervención de profesionales del campo agrícola en fincas de la región han empezado a darle la importancia a las prácticas culturales del cultivo (control de malezas, limpieza de panel, densidades de siembra, y sistemas de pica), ya que estas influyen en el control de las enfermedades del panel, por lo que no hay que dejar de realizarlas.

La implementación técnica de aspersion de fungicidas ha hecho más eficiente el control de enfermedades del panel de pica. Sin embargo los criterios para la aplicación de programas fitosanitarios no son los más recomendados técnicamente; porque estos debieran de surgir de trabajos de investigación, tomando en cuenta todos los aspectos epidemiológicos y salir de los métodos convencionales y utilizar tecnología de punta para hacer más económica y eficiente la aplicación, con una mayor rentabilidad.

Los resultados obtenidos al cambiar la técnica de aplicación de fungicidas del método manual con brocha, al método de aplicación con aspersora de presión previa, inicio en finca Rosario Quezada, Colomba Costa Cuca, en el mes de Junio y termina en octubre del año 2,007, implementándose la aspersora con una boquilla de bronce bajo volumen (TJ 800050) de abanico plano, con una descarga de 0.19 Litros por minuto. Manteniéndose este método de aplicación por varias temporadas y en la actualidad, los resultados preliminares han permitido hacer el control de enfermedades fungosas más económico.

La unidad de análisis del presente estudio de caso, fue la Finca Rosario Quezada, institución privada dedicada a explotación del Cultivo del Hule (*H. brasiliensis*), Café (*Coffea arabiga*), pastos y ganado bovino. Se ubica sobre la ruta nacional

hacia el municipio de Flores, Costa Cuca, que entronca con la carretera CA – 2, ruta del pacífico a la altura del kilómetro 213, ubicada al sur – este del municipio de Colomba Costa Cuca, del departamento de Quetzaltenango; las coordenadas geográficas de finca Rosario Quezada son: 14° 39' 32" Latitud Norte y 91° 48' 45" Longitud Oeste, a una altitud de 579 msnm, de acuerdo a Holdridge se encuentra ubicada en una zona de vida Bosque húmedo subtropical (cálido). Presentando temperaturas: Máximas de 30 °C. y Mínima 17 °C. con una media anual de 26.5 °C. Según los registros de precipitación que se llevan en la finca, se tiene un promedio de 4500 mm anuales, distribuidos en 170 días de lluvia, dentro de los meses de mayo a noviembre. Según Simmons los suelos pertenecen a la serie Ixtan arcillosos, dentro del Subgrupo "B" suelos profundos de 0.72 a 0.9 metros, desarrollados sobre cenizas volcánicas de color claro, en relieve suave, productivos y bien drenados. La textura predominante en los horizontes superiores es la franco-arcillosa y en los inferiores la arcilla.

Con el cambio de método en la aplicación de fungicidas al panel de pica se ha logrado obtener el 65.68% de eficacia en el control de moho gris, 66.21% para raya negra, mejorando la rentabilidad a lo largo de toda la temporada de lluvias, un buen control sobre las enfermedades que afectan el panel de pica, con un mejor rendimiento de la mano de obra, sin comprometer los rendimientos de la plantación, la experiencia obtenida, se pretende que tenga un efecto multiplicativo transfiriendo la información para la implementación en otras unidades productivas.

IV. JUSTIFICACION DEL TRABAJO

Las enfermedades del panel de pica del árbol hule son causadas principalmente por el complejo de hongos, Raya Negra (*P. palmívora*), Mancha Mohosa (*C. fimbriata*). Estas enfermedades son de importancia económica, debido a que destruyen el cambium y evita la regeneración de la corteza, y afectan al sistema encargado de la producción de látex (vasos laticíferos), disminuyendo la producción y la rentabilidad correspondiente.

Para el control de las enfermedades las empresas productoras de hule han implementado programas fitosanitarios basados en el uso de aspersiones de agroquímicos con boquilla de bajo volumen al panel de pica. De tal manera que sólo las empresas con personal técnico calificado, realizan un estricto control de los programas fitosanitarios en el panel de pica.

El método tradicional de aplicación mediante el uso de una brocha data desde el primer ataque severo de hongos al panel de pica en 1968, donde simultáneamente aparecieron Mancha Mohosa (*C. fimbriata*) y Raya Negra (*P. palmívora*), aunque los productos fungicidas han cambiado y junto con ellos la formulación química ha evolucionado para mejorar su eficiencia la gran mayoría de fincas sigue manteniendo este método sin buscar nuevas alternativas de aplicación, este método con brocha demanda mayor mano de obra por unidad de área (1,400 árboles por día) y una cobertura que no en todos los casos de aplicación cubren el 100% del panel de pica, además de ser una aplicación específica para un área y se considera de alto riesgo debido a derrames o salpique, toda vez que el recipiente siempre va destapado y por la manipulación el uso de equipo de protección resulta molesto, cualquier caída o resbalón puede ser causa del derrame del producto y la pérdida del mismo lo que eleva los costos de control.

Ante esta problemática, el personal técnico de finca Rosario Quezada, aprovechando la tecnología en la implementación de aspersoras y la formulación de nuevas moléculas de fungicidas, buscando siempre la bioseguridad del aplicador y la fabricación de equipos de aspersión y el uso de boquillas de bronce bajo volumen (TJ 800050) y abanico plano, con una descarga de 0.19 Litros por minuto, se han implementado el método de aspersión con mochilas de 5 litros, el cual da mayores rendimientos en el uso de mano de obra, aplicando un mayor número de árboles (2,100 árboles por día), teniendo una mayor área de cobertura y un mojado del 100% del panel de pica sin mayor esfuerzo, toda esta experiencia, se tiene mediante un sistema de archivos de registro, pero no documentada para ser aplicada en otras unidades huleras de la región, considerando todo esto como un cambio importante en la tecnología de aplicación.

V. OBJETIVOS.

5.1 General

Referir los efectos sobre el control de enfermedades producto del cambio del método de aplicación de fungicidas al panel de pica en el cultivo del Hule (*Hevea brasiliensis* Willd. Ex Adr. de Juss Muell, Euphorbiaceae) en finca Rosario Quezada, Colomba Costa Cuca, Quetzaltenango.

5.2 Específicos

Documentar los métodos de aplicación de fungicidas y el estado de sanidad del panel de pica.

Acreditar la experiencia adquirida en la aplicación en cada uno de los métodos implementado.

Determinar el efecto sobre el rendimiento derivado del cambio del método de aplicación de fungicidas y del control de enfermedades del panel de pica.

Establecer la relación beneficio/costo, en cada uno de los métodos de aplicación de fungicidas.

VI. METODOLOGIA

6.1 Diseño de instrumentos y procedimientos

Para tener una secuencia lógica durante el proceso de investigación, fue necesario establecer los procedimientos que permitieron conectar los datos empíricos y darles carácter científico y así de esta manera cumplir con los objetivos propuestos en el presente estudio de caso como se observa en el anexo 1.

Los instrumentos utilizados fueron: cuestionarios con preguntas estructuradas, los cuales se dirigieron al personal involucrado en el cambio del método de aplicación de fungicidas al panel de pica. El procedimiento que se siguió fue el siguiente: se contactó a los caporales, picadores y técnico, se fijó fecha y hora de la reunión para poder realizar los cuestionarios, una vez tabulados los datos, se realizó otra reunión donde se recabo información faltante y de esta manera se esclarecieron dudas sobre algunos resultados obtenidos.

Cuadro 2. Grado de escolaridad de cada uno de los involucrados

Puesto	Nombre	Grado de escolaridad	Años de laborar en el cultivo de hule
Técnico	Ronal Sagastume	Ingeniero Agrónomo	10 años
Caporal	Santiago Gómez	Tercero Básico	6 años
Aplicador de fungicida	Edwin Pérez	Sexto Primaria	5 años
Aplicador de fungicida	Carlos López	Segundo Primaria	4 años
Aplicador de fungicida	Fidel Fuentes	Primero Primaria	4 años
Picador	Diovani Aguilar	Tercero Primaria	8 años
Picador	Álvaro Pérez	Cuarto Primaria	6 años
Picador	Cesar De León	Tercero Primaria	5 años
Picador	Rolando Gómez	Segundo Primaria	5 años
Picador	Jaime Gómez	Segundo Primaria	3 años

Grado de escolaridad de cada uno de los involucrados en el cambio de método de aplicación de fungicida, el menor grado escolar es primero primaria, estos datos son de importancia al momento de llenar los cuestionarios.

6.2 Proceso de recolección de datos

En esta fase se recolectó toda la información contenida en libretas de campo, archivos de registros, la cual ayudó a corroborar los datos obtenidos por los cuestionarios, en relación al efecto del cambio de método de aplicación de fungicidas al panel de pica.

6.2.1 Evidencia documental y utilización de registros y archivos

Durante esta fase se recolectó toda la información contenida en libretas de campo, archivos de registros, la cual ayudó a corroborar las apreciaciones que se hacían en relación al efecto del cambio de método de aplicación de fungicidas con implementación de nueva tecnología y así compararla con el método de aplicación tradicional con la finalidad de obtener resultados consistentes y que den respaldo al presente estudio de caso, se revisaron registros cuantitativos de carácter interno, la finca facilitó los registros de los datos de aplicaciones de fungicidas, esta evidencia documental sirvió para analizar apreciaciones objetivas.

6.2.2 Entrevista a diversos informantes

Se realizaron entrevistas al técnico, caporal y aplicadores, involucrados en forma directa en los procesos de cambio del método de aplicación. Se entrevistaron también personas que han adoptado el método en otras unidades productivas y esta manera conocer el comportamiento de las enfermedades en otros sistemas de explotación.

6.3 Variables de estudio

- Incidencia y severidad de enfermedades para cada uno de los métodos de aplicación.

- Porcentaje de eficacia de control de cada uno de los métodos, tomando en cuenta incidencia y severidad.
- Tasa de infección con cada uno de los métodos.
- Curvas epidemiológicas de cada uno de los métodos.
- Criterios técnicos a seguir para la implementación de un método de aplicación de fungicidas al panel de pica, en particular.
- Rendimiento kilogramo de hule seco por hectárea.
- Relación beneficio/costo para cada uno de los métodos de aplicación de fungicidas.

6.4 Análisis de la información

Con los datos que se obtuvieron por medio de las entrevistas, se realizó una clasificación en orden cronológico de los eventos y actividades que conformaron la intervención en el cambio de método de aplicación de fungicidas al panel de pica.

Se analizó también el papel que toma cada uno de los actores involucrados y su apreciación que tienen la relación del daño ocasionado y el rendimiento obtenido durante el proceso de intervención

VII. RESULTADOS Y DISCUSION

7.1 Intervención

Por el daño causado por el complejo de hongos Raya Negra y Mancha Mohosa que afectan el panel de pica en los árboles de hule, invierno tras invierno. Se decide cambiar el método de aplicación de fungicidas en el mes de junio de 2,007.

7.1.1. Cambio en el método de aplicación de fungicidas al panel de pica

Se decidió cambiar el método tradicional de brocha (ver anexo 2), por el método de aplicación de fungicidas con la aspersora de presión previa Matabi® Berry 7 (ver anexo 3), en el mes de junio del 2,007. La aspersora está herméticamente sellada para evitar derrames capacidad para 5 litros de mezcla y boquilla bajo volumen (TJ 800050) abanico plano, por lo cual se deben de evitar impurezas en la mezcla como basuras pequeñas para evitar que la boquilla se tape, con una descarga de 0.19 Litros por minuto pulveriza la mezcla y logra penetrar el fungicidas los poros (ver anexo 4). En el mes de junio empiezan a incrementar los problemas con las enfermedades en el panel de pica y de julio a octubre según registros de la finca.

7.1.2 Otras medidas probadas

En los meses de abril y mayo del 2,007 se probó aplicar fungicidas con mochila de 16 litros y una boquilla convencional, los resultados no fueron los esperados solo se lograba aplicar 1,000 árboles al día y con este tipo de boquilla se derramaba mucho fungicida del panel al guacal recolector de látex, los 12 litros de mezcla que llevaba el aplicador en la espalda más el peso de la mochila hacia cansada la labor para.

7.2. Resultados

7.2.1. Incidencia y severidad de enfermedades para cada uno de los métodos de aplicación para sistema de pica S/2, D4.

De acuerdo a los registros obtenidos en archivos de finca Rosario Quezada, se puede ver en el cuadro 3 que el comportamiento de la enfermedad varía de acuerdo al método utilizado en el control, siendo mejor en el método con aspersora y boquilla bajo volumen para un sistema de pica medio espiral, pica a cada 4 días (S/2, D4) y una frecuencia de aplicación de 10 días mientras que el método con brocha la frecuencia de aplicación es de 8 días.

7.2.1.1 Incidencia

Se contaron los árboles afectados para calcular el porcentaje.

7.2.1.2 Severidad

Se tomaron las lecturas del área afectada en cada panel de pica de los árboles afectados con la escala diagramática que es una plantilla de acetato transparente cuadrículada que tiene 20 centímetros de largo por 5 centímetros de ancho, en total forman 100 cuadros, formando así el 100% del panel de pica.

Cuadro 3. Incidencia y severidad de las enfermedades del panel de pica Mancha Mohosa y Raya Negra, en ambos métodos.

Enfermedad del panel	Con brocha		Con Aspersora y boquilla bajo volumen.	
	Severidad	Incidencia	Severidad	Incidencia
Moho gris	4%	35%	3.5%	30%
Raya negra	3%	30%	2.5%	25%

El método de aplicación de fungicida al panel de pica, con aspersora y boquilla bajo volumen, tiene una diferencia de 5% menos en la incidencia para las dos enfermedades moho gris (*Ceratosistis fimbriata*) y raya negra (*Phytophthora palmivora*) con una frecuencia de aplicación de diez días, se obtuvo este resultado positivo debido a la mayor cobertura de la mezcla de fungicida en el panel de pica. Se obtuvo una diferencia del 0.5% menos en la severidad para ambas

enfermedades, debido a la pulverización de la gota, logrando mayor penetración sobre los poros del panel de pica con una frecuencia de aplicación de 10 días.

Cuadro 4. Eficacia y severidad en porcentaje para cada uno de métodos de aplicación para el control de moho gris del panel de pica.

Método de aplicación	Eficacia %	Severidad %
Severidad inicial	00	10.12
Brocha	60.78	4
Aspersora y Boquilla	65.68	3.5

El método de aplicación con aspersora y boquilla bajo volumen fue el que mostró mayor eficacia para el control de moho gris, la enfermedad fue menos severa, el método con brocha que se utiliza tradicionalmente en finca Rosario Quezada mostró menos eficacia en el control y la enfermedad fue más severa a la aplicación de este método

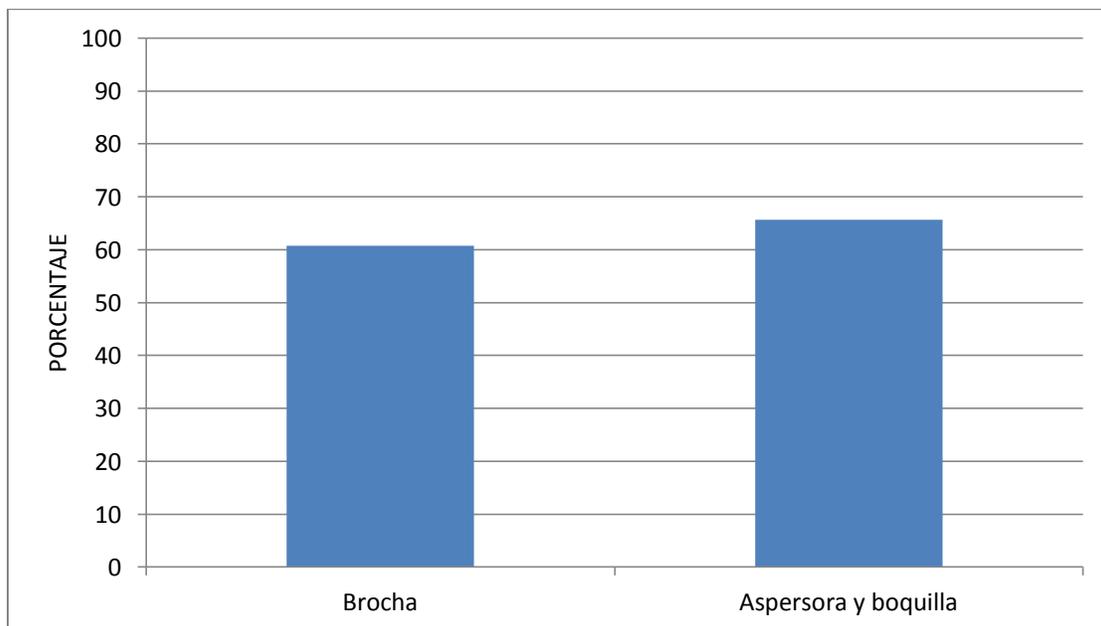


Figura 1. El método de aplicación con aspersora y boquilla bajo volumen fue el que mostro mayor eficacia para el control de moho gris.

Cuadro 5. Eficacia y severidad en porcentaje para cada uno de métodos de aplicación para el control de Raya negra del panel de pica.

Método de aplicación	Eficacia %	Severidad %
Inicio de la enfermedad	00	7.4
Brocha	59.45	3
Aspersora y Boquilla	66.21	2.5

El método de aplicación con aspersora y boquilla bajo volumen fue el que mostró mayor eficacia para el control de raya negra, la enfermedad fue menos severa a la aplicación de este método, mientras que con el método con brocha que se utilizaba tradicionalmente en finca Rosario Quezada mostró menos eficacia en el control y la enfermedad fue más severa a la aplicación de este método.

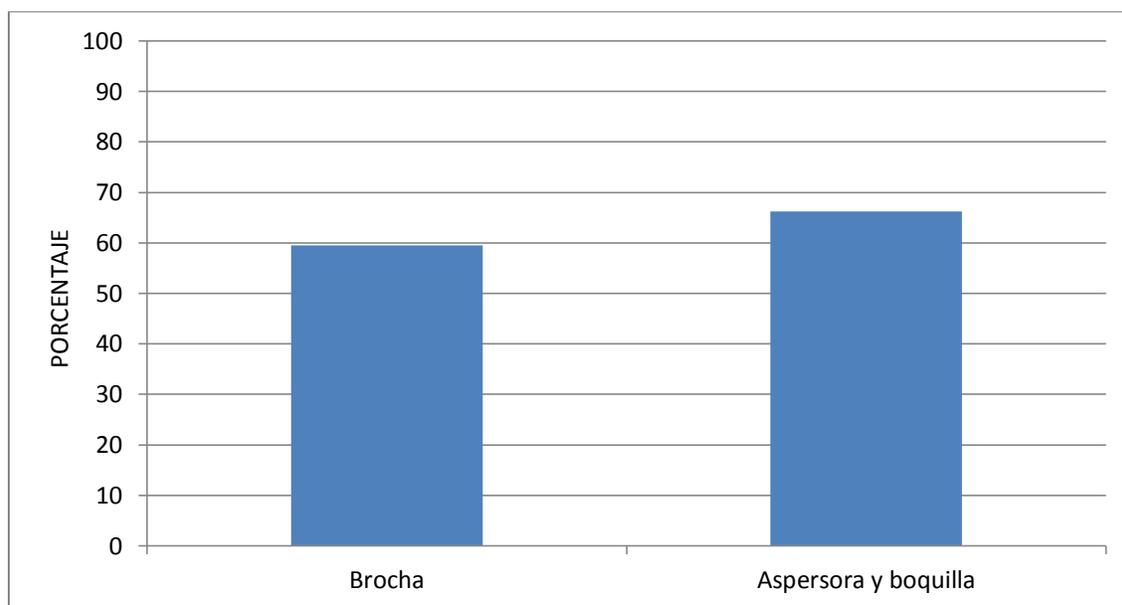


Figura 2. El método de aplicación con aspersora y boquilla bajo volumen fue el que demostró mayor eficacia para el control de raya negra.

Cuadro 6. Relación de precipitación pluvial e incidencia de moho gris en el panel de pica en los meses más lluviosos año 2,007

Mes	Precipitación pluvial (mm)	Incidencia
Mayo	490	29%
Junio	521	28%
Julio	502	27%
Agosto	664	30%
Septiembre	869	34%
Octubre	717	32%

Análisis de correlación:

Formula: $Y = mx + b$

$Y = 0.0165x + 19.671$

$r = 0.9522$

El coeficiente de correlación entre las variables es de 0.9522 y está dentro del rango de 0.75 a 1 por lo tanto la lluvia si influye en la incidencia de moho gris, esto concuerda por lo descrito por Agrios (1998) quien afirma que es una de las enfermedades más serias que afecta al panel de pica principalmente durante las estaciones húmedas donde la atmosfera está continuamente saturada de agua y que zonas con altas precipitaciones pluviales reportan alta incidencia de moho gris en sus plantaciones de hule natural, tal como sucede en finca Rosario Quezada, donde altas precipitaciones favorecen la enfermedad moho gris.

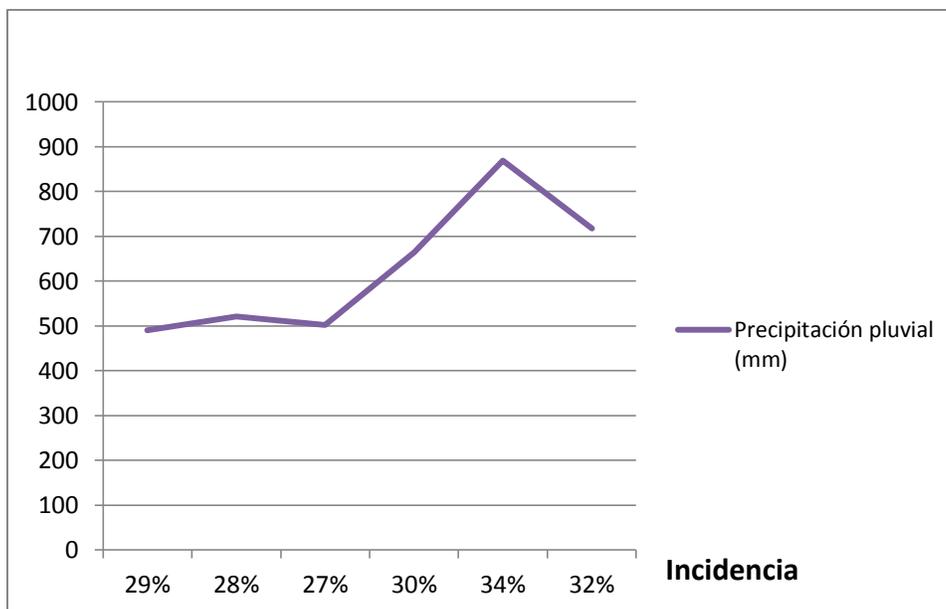


Figura 3. Comportamiento de la precipitación pluvial e incidencia de moho gris en finca Rosario Quezada.

Cuadro 7. Relación de precipitación pluvial e incidencia de raya negra en el panel de pica, en los meses más lluviosos año 2,007.

Mes	Precipitación pluvial (mm)	Incidencia
Mayo	490	20%
Junio	521	24%
Julio	502	23%
Agosto	664	26%
Septiembre	869	28%
Octubre	717	29%

Análisis de correlación:

Formula: $Y = mx + b$

$Y = 0.0165x + 13.06$

$r = 0.8578$

El coeficiente de correlación entre las variables es de 0.9522 y está dentro del rango de 0.75 a 1 por lo tanto la lluvia si influye en la incidencia de raya negra en el panel de pica.

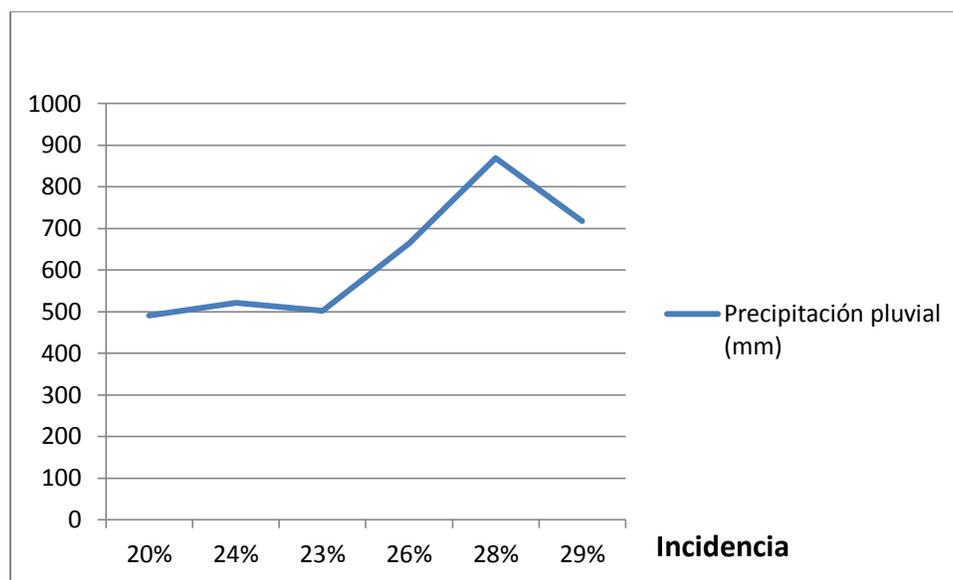


Figura 4. Comportamiento de la precipitación pluvial e incidencia de raya negra en finca Rosario Quezada, está influenciada, por la alta humedad.

7.2.2 Criterios de decisión para el cambio de método de aplicación de fungicidas

En esta fase se tomó el criterio técnico para la aplicación de los fungicidas para el control de enfermedades del panel de pica. Las aplicaciones se realizaban con brocha con un intervalo de ocho días.

El método de aplicación de los fungicidas en el panel de pica consistía en utilizar una brocha de 8 cm de ancho. Normalmente se utilizaban la brocha de lado cubriendo solamente de 2 a 3 cm del panel; quedando a veces parte de la enfermedad sin controlar, se utilizaba 8 litros de mezcla que cubría 2 tareas de

pica (1,400 árboles) por jornal o día. En terrenos con pendientes el aplicador en ocasiones resbalaba y regaba el líquido por llevar destapado el recipiente con fungicidas en finca Rosario Quezada.

Por lo descrito se cambió al método de aplicación de fungicidas con la aspersora de presión previa Matabi® Berry 7, está herméticamente sellada para evitar los derrames, logrando mayor rendimiento por jornal (2,100 árboles) y mejor estado del panel de pica por la utilización también de la boquilla bajo volumen (TJ 800050) abanico plano, con una descarga de 0.19 Litros por minuto, se ha implementado el método de aspersión con mochilas Matabi® Berry 7 con capacidad para 5 litros de mezcla, pulveriza la mezcla y logra penetrar el fungicidas los poros de la corteza en el panel de pica con este método se logró abrir la frecuencia de aplicación a 10 días.

Cuadro 8. Comparación entre ambos métodos

Método de aplicación	No. árboles jornal	No. aplicaciones año	Intervalo de aplicaciones
Con Brocha	1,400	39	8 Días
Aspersora de presión previa	2,100	30	10 Días

El método de aplicación con aspersora de presión previa, se aplicó 700 árboles más por jornal, se abrió la frecuencia de aplicación de fungicidas de 8 a 10 días, comparado al método con brocha.

7.2.3 Rendimiento kilogramo de hule seco por hectárea

Cuadro 9. Rendimiento en kilogramos de hule seco por hectárea en finca Rosario Quezada año 2,006-2,007.

Año	Ene	Feb	Mar	Abri	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Kg/ha año
2,006	72.14	68.20	79.20	100.01	132.80	129.60	155.30	162.90	184.45	177.90	174.80	173.00	1,610.30
2,007	73.40	69.50	77.13	98.20	131.29	141.50	158.47	163.10	184.01	180.80	180.43	183.10	1,640.93

Después del cambio del método de aplicación de fungicidas con brocha al método de aplicación con aspersora de presión previa y boquilla bajo volumen hubo un incremento en el rendimiento en la producción de 30.63 de kilogramos de hule seco por hectárea.

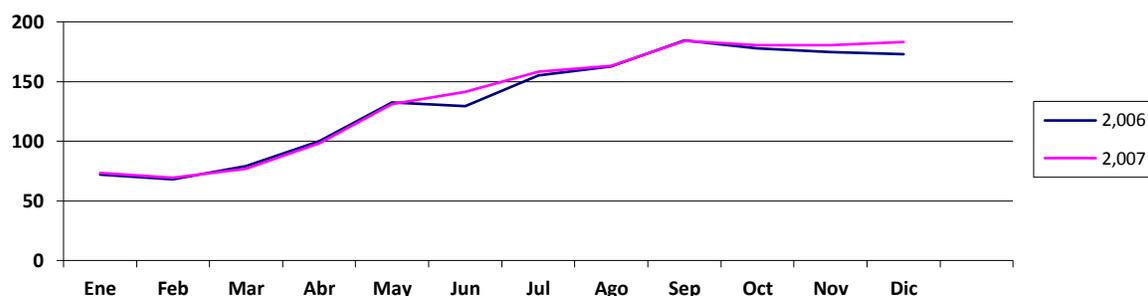


Figura 5. Muestra el comportamiento de la curva de producción a lo largo del año, no hay mucha variación en la producción en el año 2006 y 2007. Debido a que la plantación está en sus primeros años de pica.

7.2.4 Costo de producción

Cuadro 10. Costo de producción por hectárea año 2,007 bajo el sistema de pica S/2, D4, 8Y, 2.5% Et

Concepto	Con brocha		Aspersora y boquilla bajo volumen			
	Jornal	Valor Q.	Total Q.	Jornal	Valor Q.	Total Q.
COSTOS DIRECTOS						
Arrendamiento de la ha de terreno	22	10	220.00	22	10	220.00
Labores de pica						
Caporal	7.44	30.20	224.68	7.44	30.20	224.68
Picador	76	30.20	2,310.30	76	30.20	2,310.30
Mantenimiento						
Aplicación de fungicida	14.65	30.20	442.65	7.62	30.20	230.27
Aplicación de estimulante	3	30.20	90.60	3	30.20	90.60
Control de malezas	10	30.20	302.00	10	30.20	302.00
Insumos						
Fungicidas			675.00			519.21

Estimulante			161.00			161.00
Equipo del picador			134.00			134.00
Equipo de aplicación			9.00			5.76
Traslado de materia prima						
Transporte	5	30.20	151.00	5	30.20	151.00
Combustibles y lubricantes			459.00			459.00
Mantenimiento de maquinaria			122.00			122.00
Prestaciones laborales						
Indemnizaciones			268.00			268.00
Aguinaldo			268.00			268.00
Bono 14			268.00			268.00
Vacaciones			103.00			103.00
Total de costos directos			Q 6,208.23			Q 5,836.82
COSTOS INDIRECTOS						
Administración. (5% sobre C.D.)			310.41			291.84
Imprevistos. (10% sobre C.D.)			620.82			583.68
Cuota IGSS			256.04			238.11
TOTAL DE COSTOS INDIRECTOS			Q 1,187.27			Q 1,157.23
TOTAL DE COSTOS DE PRODUCCION			Q 7,395.5			Q 6,994.05

El método de aplicación de fungicida al panel de pica con brocha tiene un costo de producción de Q. 7,395.50 por hectárea para un sistema de pica **S/2, D4, 8Y, 2.5% Et.** Y el método de aplicación de fungicida al panel de pica con aspersora de presión previa y boquilla bajo volumen tiene un costo de producción de Q. 6,994.05 por hectárea en un sistema de pica **S/2, D4, 6Y, 2.5% Et.** Este método tiene una reducción en los costos de Q. 401.45 por hectárea.

La reducción de los costos se dio por la utilización de menor cantidad de jornales en la aplicación de fungicidas por año, también en la frecuencia de aplicación.

Análisis Económico.

Costo por kg. de hule seco. U.S. \$0.90 * Q7.25 (tasa de cambio) en ese momento

Q. 6.53

Ingreso por venta de 1,640.93 kg. de hule seco. Q.10715.27

Ingreso Neto Q. 3721.22

Rentabilidad. (%) 34.72 %

Cuadro 11. Comparación de los costos de producción, ingresos y rentabilidad, para ambos métodos de aplicación de fungicidas.

Método de aplicación con brocha		Método de aplicación con aspersora y boquilla bajo volumen.	
Costo de Producción		Costo de Producción	
Costos directos	Q 6,208.23	Costos directos	Q 5,836.82
Costos indirectos	Q 1,187.27	Costos indirectos	Q 1,157.23
Costos totales	Q 7,395.50	Costos totales	Q 6,994.05
Ingreso bruto	Q 9,919.44	Ingreso bruto	Q 10,715.27
Costos totales	Q 7,395.50	Costos totales	Q 6,994.05
Ingreso bruto	Q 9,919.44	Ingreso bruto	Q 10,715.27
Costos totales	Q 7,395.50	Costos totales	Q 6,994.05
Ingreso neto	Q 2,523.94	Ingreso neto	Q 3,721.22
Producción	1,610.30 Kg.	Producción	1,640.93 kg.
Rentabilidad	25.44%	Rentabilidad	34.72 %

Al comparar las actividades entre cada uno de los métodos podemos ver que se tiene una reducción en la actividad de aplicación de fungicidas.

Al comparar las rentabilidades entre cada de los métodos de aplicación se tiene una diferencia de 9.28%. Debido al incremento en la producción, reducción de jornales en la aplicación de fungicidas y menos utilización de insumos (fungicidas).

7.2.5 Relación beneficio/costo

7.2.5.1 Relación beneficio costo del método de aplicación de fungicida con brocha

$$R = \frac{\text{Ingreso bruto}}{\text{Costos totales}}$$

$$R = \frac{\text{Q. 9,919.44}}{\text{Q. 7,395.50}} = \text{Q. 1.34}$$

La relación beneficio costo para el método de aplicación con brocha es de Q 1.34

7.2.5.2 Relación beneficio costo del método de aplicación de fungicida con aspersora de presión previa.

$$R = \frac{\text{Ingreso bruto}}{\text{Costos totales}}$$

$$R = \frac{\text{Q. 10,715.27}}{\text{Q. 6,994.05}} = \text{Q. 1.53}$$

La relación beneficio costo para el método de aplicación de fungicida con aspersora de presión previa es de Q. 1.53

VIII. CONCLUSIONES.

El método de aplicación de fungicidas con aspersora de presión previa y boquilla bajo volumen mostro un mejor estado de sanidad del panel de pica.

El método de aplicación con brocha necesita más personal para cubrir más área al día y el método con aspersora logró 700 árboles más por jornal.

La aplicación de fungicida con aspersora de presión previa y boquilla bajo volumen mostró un rendimiento de 1,640.93 kilogramos de hule seco por hectárea al año, 30.63 kilos más que el método con brocha y logrando abrir la frecuencia de aplicación de 8 a 10 días.

La relación beneficio costo para el método de aplicación con brocha es de Q. 1.34 y para el método con aspersora de presión previa es de Q. 1.53

IX. RECOMENDACIONES.

Utilizar el método de aplicación de fungicidas con la aspersora de presión previa y boquilla bajo volumen, tiene mejor cobertura al momento de la aplicación sobre el panel de pica.

Las mezclas de los fungicidas en el método de aplicación con aspersora y boquilla bajo volumen deben de estar libre de impurezas para evitar perdida en tiempo al taparse la boquilla, para lograr el rendimiento de 2,100 árboles por jornal.

Se recomienda realizar otras investigaciones con menor frecuencia de aplicación de fungicida para lograr un mejor rendimiento de kilogramos de hule seco por año.

Capacitar al personal para mayor experiencia en las aplicaciones de fungicidas, para utilizar bien la aspersora que es de presión previa, al darle mucha presión de aire, puede estallar la cámara o bien el tiempo útil es menor, igualmente la posición de la boquilla abanico plano.

X. BIBLIOGRAFÍA.

Alvarado, J.C. y Najera, C.A. (1997). Las enfermedades del cultivo del hule (*Hevea brasiliensis*) en Guatemala. Gremial de Huleros de Guatemala. Guatemala: Galton.

Barron, H. (1948) Modern Rubber Chemistry New York, D. Van Nostranda Company (p. 26)

Boquillas de pulverización – TeeJet (2004) Base de datos teejet (en línea) consultado

15 de enero 2014

<http://www.teejet.com/media/.../lms112%0users%20guide%20spanish.pdf>

Chee, K. H. y Holliday, P. (1986), South American leaf blight of *hevea* rubber (Malaysian Rubber Research and Development Board Monograph. No. 13). Malaya: Percetakan.

Compagnon, P. (1998). El caucho natural. Biología Cultivo Producción. México: CHM y CIRAD.

Cruz Argueta, C. F. (1990). Evaluación de doce programas fungicidas en el control de la mancha mohosa (*Ceratocystis fimbriata*) en el tablero de pica del hule (*Hevea brasiliensis*) en el municipio de Morales, Izabal, Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 78 p.

De Rafols, W. (1964). Aprovechamiento industrial de los productos agrícolas. Barcelona, España: Salvad Editores.

Díaz (2006). Criterios de decisión para uso de programas fitosanitario en el

manejo de Enfermedades del panel de pica en el cultivo de hule *Hevea brasiliensis* en la Costa sur. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Guatemala, 71 p.

Estrada Nicol, L. R. 1979. Análisis agropecuario del cultivo de hule (*Hevea brasiliensis*) en Guatemala y sus perspectivas para su desarrollo agrícola en zona norte de Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 112 p.

Galdámez Oliva, H. M. (1984). Distribución e importancia de la mancha mohosa (*Ceratocystis fimbriata*) en el control del panel de pica del hule (*Hevea brasiliensis*) en la zona suroccidental de Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 84 p.

GREMHULE (Gremial de Huleros de Guatemala) (1997). Toma de datos de porcentaje de severidad. Carta Informativa no. 3.

Gremial de huleros de Guatemala. (2000) Manual práctico 2000 del cultivo del hule. GREMHULE, Guatemala. 90 p

Gularte, A. L. (1976). Breves apuntes históricos del hule (*Hevea brasiliensis*). Guatemala, Gremial de Huleros de Guatemala. 35-40 p.

Ochese J.J., Souler, M.J., Dijkman, Jr. M.j., y Welhburg (1965) Cultivo y Mejoramiento de plantas tropicales y subtropicales (vol 2). México: Limusa

Ovalle Valdéz, C. A. (1975) Manual del cultivo de hule *Hevea* en Guatemala. Guatemala, DIGESA. 119 p.

Pineda, V. (2006). Evaluación de 5 fungicidas para el control de *Ceratocystis fimbriata* ellis & halst causante de la mancha mohosa en el panel de pica en hule (*hevea brasiliensis* mull. arg.). en San Miguel Panan, Suchitepequez. Tesis Ing. Agr. Guatemala, URL. 72 p.

Pulverizadores y espolvoreadores- Olarte Agraria (2013) base de datos Matabi
(en línea) consultado 23 de enero del 2,014. Disponible en

www.olarteagraria.com/wp-content/uploads/2013/12/Matabi.pdf

Regil, P. (2000). Evaluación agroeconómica de veinticuatro clones de hule Hevea brasiliensis en la finca Guanacaste, municipio de Coatepeque, Quetzaltenango.

Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala.
División de ciencia y tecnología. 63 p.

Techule (1998) Generalidades del hule natural calidad y su control (Boletín No. 4
Guatemala)

XI. ANEXOS

Anexo 1. Cronograma de trabajo

ACTIVIDAD	SEMANAS												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Diseño de instrumentos y procedimientos	X	X											
Revisión de informes y registros de las Plantaciones			X	X									
Realización de entrevistas a los técnicos					X	X							
Observación directa en campo							X	X					
Clasificación de datos									X				
Clasificación de la información										X			
Análisis de la información											X		
Informe final												X	X

Anexo 2. Método de aplicación con brocha



Anexo 3. Aspersora manual con capacidad de 5 litros



Anexo 4. Método de aplicación de fungicidas con aspersora manual y boquilla bajo

Volumen

