

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

PARTICIPACIÓN EN EL ANÁLISIS EPIDEMIOLÓGICO DE RAYA NEGRA (*Phytophthora palmivora*)
EN PANEL DE PICA DE HULE PAJAPITA, SAN MARCOS
SISTEMATIZACIÓN DE PRÁCTICA PROFESIONAL

EDWARD KENNEDY AGUILAR RAMIREZ
CARNET 24083-12

COATEPEQUE, SEPTIEMBRE DE 2018
SEDE REGIONAL DE COATEPEQUE

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

PARTICIPACIÓN EN EL ANÁLISIS EPIDEMIOLÓGICO DE RAYA NEGRA (*Phytophthora palmivora*)
EN PANEL DE PICA DE HULE PAJAPITA, SAN MARCOS
SISTEMATIZACIÓN DE PRÁCTICA PROFESIONAL

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

POR
EDWARD KENNEDY AGUILAR RAMIREZ

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

COATEPEQUE, SEPTIEMBRE DE 2018
SEDE REGIONAL DE COATEPEQUE

AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR

RECTOR: P. MARCO TULIO MARTINEZ SALAZAR, 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

DECANA: LIC. ANNA CRISTINA BAILEY HERNÁNDEZ

SECRETARIO: MGTR. LUIS MOISES PEÑATE MUNGUÍA

NOMBRE DEL ASESOR DE TRABAJO DE GRADUACIÓN

LIC. ABEL ESTUARDO SOLÍS ARRIOLA

TERNA QUE PRACTICÓ LA EVALUACIÓN

MGTR. JOSÉ MANUEL BENAVENTE MEJÍA

MGTR. JULIO ROBERTO GARCÍA MORÁN

MGTR. LUIS MOISES PEÑATE MUNGUÍA

Guatemala 08 de septiembre de 2018

Consejo de Facultad
Ciencias Ambientales y Agrícolas
Presente

Estimados miembros del Consejo:

Por este medio hago constar que he asesorado el trabajo de graduación del estudiante Edward Kennedy Aguilar Ramírez, carné 24083-12, titulada: Participación en el análisis epidemiológico de raya negra (*phytophthora palmivora*) en panel de pica de hule Pajapita, San Marcos".

La cual considero que cumple con los requisitos establecidos por facultad, previo a su autorización de impresión.

Atentamente,



Ing. Abel Estuardo Solís Arriola.
Cod. URL 21417



Universidad
Rafael Landívar
Tradición Jesuita en Guatemala

FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS
No. 061009-2018

Orden de Impresión

De acuerdo a la aprobación de la Evaluación del Trabajo de Graduación en la variante Sistematización de Práctica Profesional del estudiante EDWARD KENNEDY AGUILAR RAMÍREZ, Carnet 24083-12 en la carrera LICENCIATURA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS CON ÉNFASIS EN CULTIVOS TROPICALES, de la Sede de Coatepeque, que consta en el Acta No. 06128-2018 de fecha 5 de septiembre de 2018, se autoriza la impresión digital del trabajo titulado:

PARTICIPACIÓN EN EL ANÁLISIS EPIDEMIOLÓGICO DE RAYA NEGRA (*Phytophthora palmivora*) EN PANEL DE PICA DE HULE PAJAPITA, SAN MARCOS

Previo a conferírsele 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 5 días del mes de septiembre del año 2018.



MGTR. LUIS MOISES PEÑATE MUNGUÍA, SECRETARIO
CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS
Universidad Rafael Landívar

AGRADECIMIENTOS

A:

Dios primeramente que me ha dado la vida, la bendición y sabiduría para superarme y lograr alcanzar hacer realidad mis metas.

Mis padres por el apoyo que me han brindado y el gran amor que me han demostrado.

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

Propietario de plantaciones Amazonas S.A. por brindarme el apoyo necesario y permitir desarrollar la presente sistematización de práctica profesional.

Ing. Abel Solís, por su apoyo, asesoría, revisión y corrección de la presente investigación.

DEDICATORIA

A:

Dios: Quien me ha permitido llegar a este momento de mi vida, por darme la fortaleza, la sabiduría, el entendimiento y su fidelidad para alcanzar mis metas en la vida.

Mis padres: Mario Aguilar y Angela Ramirez a quienes quiero mucho, por su inmenso amor, por su tiempo, sus consejos oportunos y por su ejemplo a seguir.

Mis hermanos yensi, Melvin, Abner, Henry, William, yanira, yasminda por sus apoyos incondicional que me han brindado.

Mis amigos: Por su apoyo, compañía y formar parte de mi desarrollo integral, con mucho aprecio.

ÍNDICE

1. INTRODUCCION	1
2. ANTECEDENTES	3
2.1 REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1.1 CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA:	3
2.1.2 DESCRIPCIÓN BOTÁNICA.....	3
2.1.3 MORFOLOGÍA	4
2.1.4 EL TALLO	4
2.1.5 CORTEZA	4
2.1.6 INICIO DE LA EXPLOTACIÓN	5
2.1.7. ÉPOCA DE INICIO DE LA PICA	5
2.1.8 PRINCIPALES ENFERMEDADES QUE AFECTAN AL CULTIVO DE HULE	6
2.1.9. GENERALIDADES DE LA ENFERMEDAD RAYA NEGRA.....	6
2.1.10. IMPORTANCIA.....	6
2.1.11. DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA.....	7
2.1.12. RANGO DE HOSPEDERO.....	7
2.1.13. AGENTE CAUSAL	7
2.1.14. REPRODUCCIÓN	7
2.1.15. SÍNTOMAS.....	8
2.1.16. CONDICIONES FAVORABLES.....	8
2.1.17. DISEMINACIÓN.....	8
2.1.18. FACTORES QUE AFECTAN LA INCIDENCIA Y SEVERIDAD DE LA RAYA NEGRA	8
2.1.19. CICLO DE VIDA.....	8
2.1.20. CONTROL.....	9
2.1.21. CONTROL PREVENTIVO.....	9
2.1.22. CONTROL CULTURAL	9
2.1.23. CONTROL QUÍMICO	9
2.2 DESCRIPCIÓN DE PRODUCTOS AGROQUÍMICOS	10

2.2.1 FOSETYL.AL 80 WG.....	10
2.2.2 TRIADIMENOL 25 DC.....	10
2.2.3. PROPAMOCARB72 SL.....	11
2.3 EPIDEMIOLOGIA DE LA ENFERMEDAD	12
2.3.1 DISTRIBUCIÓN DE ENFERMEDAD EN EL CAMPO.....	13
2.3.2 PROGRESO DE LA ENFERMEDAD EN LA PLANTA.	13
2.3.3 CICLO DE LA NATURALEZA DE LA ENFERMEDAD	14
2.4 DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD DE LA INSTITUCIÓN ANFITRIONA	15
2.4.1 LOCALIZACIÓN.....	15
2.4.2. VIAS DE ACCESO.....	15
2.4.3. ZONA DE VIDA.....	15
2.4.4. COLINDANCIAS	15
2.5. ORGANIZACIÓN DE LA EMPRESA	16
3. CONTEXTO DE LA PRÁCTICA	18
3.1. NECESIDAD EMPRESARIAL	18
3.2. JUSTIFICACIÓN	19
3.3. EJE DE SISTEMATIZACIÓN	20
4. OBJETIVOS	21
4.1 GENERAL.....	21
4.2 ESPECÍFICOS:	21
5. PLAN DE TRABAJO	22
5.1. PROGRAMA A DESARROLLAR	22
5.2. MONITOREO	22
5.3. TASA DE INFECCIÓN DE RAYA NEGRA (CM ² / DÍA).....	23
5.4. PORCENTAJE DE SEVERIDAD DE RAYA NEGRA.....	23
5.5. ESCALAS EPIDEMIOLÓGICAS DE SEVERIDAD	24
5.7 INDICADORES DE RESULTADOS	24
6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	25

6.1	INCIDENCIA	25
6.2	TASA DE INFECCIÓN DE RAYA NEGRA ($\text{CM}^2/\text{DÍA}$).....	27
6.2.1	TASA DE INFECCIÓN ABSOLUTA Y SEVERIDAD UTILIZANDO FOSETIL ALUMINIO + PROPOMOCARB.....	27
6.2.3	TASA DE INFECCIÓN ABSOLUTA Y SEVERIDAD UTILIZANDO TRIADIMENOL.....	29
6.2.4	TASA DE INFECCIÓN ABSOLUTA Y SEVERIDAD UTILIZANDO FOSETIL ALUMINIO.....	30
6.3	PORCENTAJE DE SEVERIDAD DE RAYA NEGRA.....	32
2.3	ÁREA BAJO LA CURVA DEL PROGRESO DE LA ENFERMEDAD (ABCPE)	33
6.6	ESCALAS DE SEVERIDAD DE RAYA NEGRA (<i>PHYTOPHTHORA PALMIVORA</i>)	35
6.6.1	ESCALA DE SEVERIDAD 0.....	37
6.6.2	ESCALA DE SEVERIDAD 1	37
6.6.3	ESCALA DE SEVERIDAD 2.....	38
6.6.4	ESCALA DE SEVERIDAD 3.....	38
6.6.5	ESCALA DE SEVERIDAD 4.....	39
7.	CONCLUSIONES.....	40
8.	RECOMENDACIONES	41
9.	BIBLIOGRAFÍA	42
10.	ANEXOS	44

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Clasificación taxonómica del <i>Hevea brasiliensis</i>	3
Cuadro 2. Clasificación taxonómica del hongo <i>Phytophthora palmivora</i>	7
Cuadro 3. Porcentaje de severidad de la enfermedad de la raya negra.....	32
Cuadro 4. Escala de severidad de la enfermedad raya negra.....	36

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura1.Representación de las interacciones entre los componentes de una enfermedad	12
Figura 2. ciclo de la enfermedad.....	14
Figura 3 Organigrama de Plantaciones Amazonas S.A.....	17
Figura 4. Malla cuadriculada utilizada para el cálculo del área afectada.....	23
Figura5.Porcentaje de incidencia de la enfermedad raya negra.....	26
Figura 6. Comportamiento de la tasa de infección y severidad utilizando fosetil aluminio + propomocarb.....	28
Figura 7.Comportamiento de la tasa de infección y severidad utilizando folpet.....	29
Figura8. Comportamiento de la tasa de infección y severidad utilizando triadimenol.....	30
Figura 9.Comportamiento de la tasa de infección y severidad utilizando fosetil aluminio.....	31
Figura 10. Área bajo la curva del progreso de la enfermedad (ABCPE).....	34
Figura 11. Escala de severidad 0 (tejido sano).....	37
Figura 12. Panel de pica catalogado como escala de severidad1.....	37
Figura 13. Panel infectado de Raya negra escala de severidad2.....	38
Figura 14. Panel de pica con raya negra de acuerdo al panel cubierto de la enfermedad escala de severidad 3.....	38
Figura 15. Panel con severidad de Raya negra escala de severidad 4.....	39

**PARTICIPACION EN EL ANALISIS EPIDEMIOLOGICO DE RAYA NEGRA
(*Phytophthora palmivora*) DE PANEL DE PICA EN CULTIVO DE HULE**

RESUMEN

El objetivo de la sistematización de práctica profesional fue realizar un estudio del desarrollo de la epidemiología de la enfermedad raya negra del panel de pica evaluando la incidencia (el número de plantas o partes de la planta afectada) severidad (la cantidad de tejido afectado en la planta). Se determino mediante el análisis de datos recopilados, implementando un plan fitosanitario eficiente para contrarrestar la enfermedad utilizando fungicidas curativos tales como: Fosetil Aluminio, Triadimenol y Fosetil Aluminio + propomocarb, aplicándolos rotativamente para romper la resistencia que la enfermedad ya había desarrollado, Para ello se hicieron parcelas a las cuales se le aplicó los productos químicos ya en mención, luego se utilizó una malla con cuadros de 1cm^2 la cual se colocó sobre el panel de pica y se contabilizó el área afectada por árbol. Este control se llevó durante todo el tiempo de la investigación (180 días), las aplicaciones fueron semanales y se realizaban inmediatamente después de la lectura del área afectada. De acuerdo al % de severidad los ingrediente activo fosetil aluminio + Propamocarb y tridiamenol fueron los que presentaron el menor % de severidad. Mostrando mejor control sobre la enfermedad logrando un retroceso en la severidad inicial de la enfermedad *phytophthora palmivora*, de 53.7 cm^2 a 2.1cm^2 durante todo el proceso que duro el estudio de la práctica profesional. Por lo tanto se recomienda usar fosetil aluminio + Propomocarb y tridiamenol para el control de la raya negra (*Phytophthora palmivora*) en el panel de pica.

1. INTRODUCCION

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 60cm, 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.

El caucho natural en Guatemala se ha convertido en uno de los productos de exportación más importantes en los últimos años. Del látex extraído del árbol de Hule se derivan una gran cantidad de productos de amplio uso a nivel mundial, como guantes, piezas para vehículo. Sin embargo, en su mayoría se usa para la fabricación de neumáticos (Gremhule, 2012).

En la actualidad la producción de hule en Guatemala ocupa un lugar importante en la economía de la región suroccidental del país. Plantaciones Amazonas se dedica principalmente a la producción de dicho cultivo, con una extensión de cinco caballerías, de las cuales tres son de reciente apertura y dos se encuentran en etapa de crecimiento. Como bien es sabido la parte económicamente aprovechable del árbol está constituida por el panel de pica, el cual es susceptible a la presencia de algunos patógenos tal es el caso de *Phytophthora palmivora*, conocido como raya negra, que se manifiesta a nivel del corte de pica formando grietas que provocan flujo de látex, estas pueden unirse con otros originando manchas negras moderadamente deshidratada, penetrando corteza virgen y causando lesiones en los vasos laticíferos afectando la producción (Najera, 2003).

Debido a ser el primer año de explotación del cultivo, los criterios para el momento óptimo y forma de aplicación de productos fungicidas no fueron los más recomendados técnicamente, lo cual incidido en un incremento del área afectada por el patógeno en mención.

En este contexto, el ejercicio de la práctica profesional, se concentró en participar en el análisis epidemiológico de Raya negra del panel de pica en el cultivo de hule.

Al momento de la intervención de la sistematización se notó que la finca no contaba con un plan fitosanitario eficiente que pudiera contrarrestar la enfermedad, por lo tanto se utilizó el efecto de 3 fungicidas para posteriormente compararlos con el fungicida que la finca utilizaba, para su respectivo control y así estimar según los análisis cual es el más eficiente para poder crear un programa fitosanitario y lograr reducir la incidencia de la enfermedad Raya negra en el panel de pica durante la épocas de lluvia en plantaciones Amazonas S.A

2. ANTECEDENTES

2.1 REVISIÓN DE LITERATURA

El cultivo de hule es originario de América del Sur de la región amazónica correspondiente a los territorios de Brasil, Bolivia, Perú y Colombia, países vecinos a la selva amazónica pertenece a la familia de las euforbiáceas, es angiosperma, dicotiledónea, donde se encuentra en forma silvestre las nueve especies del género: *Hevea brasiliensis*, *Hevea benthamiana*, *Hevea pauciflora*, *Hevea spruceana*, *Hevea viridis*, *Hevea guyanensis*, *Hevea rigidifolia*, *Hevea michophylla* o *minor*, *Hevea camporum*. De las cuales es *Hevea brasiliensis* la que se explota en forma industrial y ha sido cultivada por más de 100 años por su alta calidad y producción de látex. Con una baja participación de *Hevea benthamiana* como fuente de resistencia al tizón de la hoja causado por *Microcyclusulei* (Aguirre, 1992).

2.1.1 Clasificación taxonómica:

Cuadro 1. Clasificación taxonómica del *Hevea brasiliensis*

Reino:	Vegetal
Sub-reino:	Embryobionta
División.	Magnoliophyta
Sub-clase:	Rosidae
Orden:	Euphorbiales
Familia:	Euphorbiaceae
Género:	<i>Hevea</i>
Especie:	<i>brasiliensis</i>

(Compagnon, 2012)

2.1.2 Descripción botánica

El hule es un árbol mediano con alturas que oscilan entre 20 y 30 metros, las ramas son robustas y con mucho jugo lechoso, las hojas son pequeñas, de color verde oscuro en la parte superior y verde claro en la parte inferior, las flores también son pequeñas, de color amarillo claro, los frutos son grandes y presentan lóbulos, los que normalmente se dividen en tres bayas (Nájera, 2003).

Son plantas monoicas de hojas alternas o sub-opuestas al final de los retoños, largamente pecioladas, de 3 folíolos enteros de 5 a 60 centímetros de largo, el árbol de hule se despoja de su follaje cada año por eso se les denomina caducifolio.

Las flores son pequeñas, amarillo claro apetaladas en pequeñas panículas piramidales, apareciendo después de la caída de las hojas; Ramas finamente pubescentes; Flores masculinas con 10 estambres en 2 series, las flores femeninas con cáliz de 5 dientes o lóbulos. Los frutos están constituidos por una cápsula de tres celdillas conteniendo una semilla cada una dehiscente con 2 valvas por cada celda (Compagnon, 1998).

2.1.3 Morfología

Las características fisiológicas y morfológicas de la corteza están compuesta por un sistema laticífero, por donde circula el látex que contiene pequeña masa de caucho, resina, agua y mineral que se le considera como un producto de desecho de la acción metabólica de la planta y como protección contra plagas y enfermedades (Watie, 1972).

2.1.4 El tallo

La parte vegetativa económicamente más importante en el Hevea la constituye el tallo, cuyo desarrollo de las partes internas determina en forma, directa el inicio de la explotación, a través de los diferentes sistemas de explotación. En su estado natural, los troncos del *Hevea* son ligeramente cónicos en la base, con la corteza de color verde grisáceo (Gremhule, 2000).

2.1.5 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 látex (Gremhule, 2000).

2.1.6 Inicio de la explotación

Es aquella zona o área de la corteza del árbol donde se va a explotar, pudiendo ser la corteza del panel de pica virgen o regenerada. Las normativas de apertura de paneles están determinadas por factores económicos y fisiológicos.

En el aspecto económico se toma como norma iniciar la apertura de paneles cuando una plantación tiene 200 árboles por hectárea, o el 50 % de los mismos con circunferencia de tallo apropiado para la pica. Desde el punto de vista fisiológico un árbol está en condiciones de ser explotado, cuando su tallo tiene 50 centímetros de diámetro (6 pulgadas de diámetro) a 1 metro de altura del suelo y un grosor de corteza mínimo de 6 milímetros, solamente árboles que han alcanzado grosor de pica deben ser explotados en plantaciones comerciales.

La altura apropiada para, abrir los paneles, depende de la frecuencia de pica a emplear, así se usan los siguientes sistemas, para pica a cada dos días la altura es 1.50 metros, en pica a cada 3 días 1.30 metros, y en pica a cada 4 días 1.2 metros (Gremhule, 2000).

2.1.7. Época de inicio de la pica

Se recomienda iniciar la pica generalmente en el mes de abril o sea a finales del verano, para que el árbol en el inicio de la producción no tenga que soportar el ataque severo de enfermedades en el panel, las que por lo general encuentran condiciones favorables para su desarrollo en la época lluviosa a partir del mes de mayo en adelante. las lesiones y las incidencias de la enfermedad se verán reflejadas en el tablero, debido a las constantes aberturas que se realizan sobre el panel de pica están propensos al ataque de enfermedades, por lo que se debe realizar un plan fitosanitario eficiente. (Pérez, 1998).

2.1.8 Principales enfermedades que afectan al cultivo de hule

(Tejada, 1981) reporto entre las enfermedades más comunes y diseminadas en todas las aéreas huleras a nivel nacional se sintetiza de la siguiente manera.

- Pudrición mohosa (*ceratocystis fimbriata*)
- Raya Negra (*phytophthora palmivora*)
- Parche gangrenoso(*pythium complecteus*)
- Corteza Necrótica (*fusarium sp*)
- Marchitez regresiva (*colletotrichumsp, gloesporium al borubrum, phyllostictasp*)
- Pudrición del tallo (*ustulinazonata*)
- Líber moreno (*genético*)
- Mancha sudamericana de la hoja (*mycrocyclus ulei*)
- Pudrición negra de la raíz (*Rosellinia sp*)
- Enfermedad rosada (*Corticium salmonicolor*)

2.1.9. Generalidades de la enfermedad raya negra

2.1.10. Importancia

Comúnmente la raya negra se manifiesta en el panel de pica en forma de rayas negras sobre el nivel del corte de pica, formando grietas que provocan flujo de látex, estas rayas negras verticales pueden unirse con otras originando manchas negras moderadamente deshidratada y puede penetrar hacia abajo en la corteza virgen lo cual atraviesan el cambium, la enfermedad por lo regular se disemina fácilmente y se asocia a otras enfermedades del panel de pica, destruyendo la corteza formando protuberancias y malformaciones lo cual ocurre una mala regeneración de corteza imposibilitando las picas futuras lo cual viene a reducir la productividad del árbol, esta enfermedad se desarrolla rápidamente en condiciones de humedad alta, que favorece su desarrollo dentro de la plantación (Ovalle, 1975).

2.1.11. Distribución geográfica

Según Alvarado y Nájera (1997) este hongo está ampliamente distribuido en los trópicos y subtropicos. Infecta a más de 200 especies de plantas, entre ellas el hule. Se encuentra ampliamente distribuida a nivel mundial. Y en toda la región hulera de Guatemala este patógeno tiene mucha virulencia pudiendo afectar plantaciones completas.

2.1.12. Rango de hospedero

El hongo *phytophthora palmivora* tiene un amplio número de hospedantes, ataca más de 158 plantas que pertenece a muchas familias botánicas entre los principales hospederos están, el cacao, naranja, papaya, sapote, sandia, pimienta, palma de aceite, caucho (TAN, 2017).

2.1.13. Agente causal

El agente causal de la enfermedad es el hongo ficomicetes (*Phytophthora palmivora*).

Cuadro 2. Clasificación taxonomica del hongo *phytophthora palmivora*

Taxón	Descripción
Reino	Stramenopila
Clase	Phycomicetes
Subclase	Oomycetidae
Orden	Peronosporales
Familia	Phytophthora
Especie	<i>Phytophthora palmivora</i>

(Garrido, 2012).

2.1.14. Reproducción

El género *Phytophthora* presenta dos tipos de reproducción: asexual (con la formación de clamidosporas y esporangios, que contienen las zoosporas) y sexual (mediante la formación de oosporas) (Erwin, García, y Tsao, 1983).

2.1.15. Síntomas

Grietas verticales de color gris oscuro aparece 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 la cual puede quedar inservible para volverla a picar, según Alvarado y Nájera (1997).

2.1.16. Condiciones favorables

El hongo forma más micelio y zoosporas en climas húmedos y Moderadamente fríos y disemina la enfermedad a otras plantas. En climas secos, Cálidos o incluso demasiado fríos, el hongo sobrevive en forma de Oósporas, Clamidosporas o micelio, que puede una vez más iniciar nuevas infecciones cuando el suelo se encuentra húmedo y la temperatura es favorable (AGRIOS, 2012).

2.1.17. Diseminación

Uno de los factores por el cual la enfermedad se disemina por medio de lluvia, por el viento, por insectos, por herramientas y por el hombre mismo. Cuando la enfermedad es severa se disemina verticalmente en la madera hasta 15cm. Por debajo del corte de pica y arriba hasta 5 cm a veces se forman tapones de látex debajo de la corteza y exudación (TAN, 1979).

2.1.18. Factores que afectan la incidencia y severidad de la raya negra

Los factores principales son las topografías, la densidad de la siembra, susceptibilidad de los clones, profundidad de pica, sistema de pica y el control fitosanitario, las infecciones de la raya negra están asociada con el tiempo húmedo, siendo favorecido por los periodos de lluvia y alta humedad (TAN, 1979).

2.1.19. Ciclo de vida

En los ficomicetos hay gran diversidad de ciclos de vida dependiendo de su reproducción sexual o asexual y el hábitat de cada uno, el ciclo general de phytophthora spp, ocurre bajo condiciones de alta humedad relativa, se desarrolla gran cantidad de esporangiosporos en las partes afectadas, luego estos salen al exterior y producen

numerosos esporangios que pueden ser lavados por la lluvia hacia el suelo o partes bajas de la planta, cuando un esporangio se deposita en una película de agua libera numerosas esporas flageladas, que se desplazan en el líquido y si esto ocurre sobre una superficie viva las zoosporas pueden germinar y penetrar directamente la epidermis.

Una vez establecido el nuevo micelio, la lesión se desarrolla rápidamente y en pocos días produce nuevos esporangios y esporangiosporos, si las condiciones ambientales permanecen favorables y la variedad afectada no es susceptible el tejido puede ser totalmente destruido, la oospora se rodea de una pared gruesa, la que permite sobrevivir periodos prolongados en el suelo o tejido muerto (Gonzalez, 1981).

2.1.20. CONTROL

2.1.21. Control preventivo

No establecer plantaciones en áreas permanentemente húmedas, como bajíos del terreno y construir drenajes adecuados para evitar encharcamientos.

Evitar las heridas innecesarias al hacer el rayado.

Monitoreo permanente del cultivo para detectar los focos de la enfermedad en forma oportuna.

2.1.22. Control cultural

- Desinfectar las herramientas de trabajo especialmente la cuchilla del rayado.
- Controlar periódicamente las malezas.

2.1.23. Control químico

- Aplicación de fungicidas preventivos para no permitir su desarrollo, utilizando Folpet, Prochloraz, tridiamenol, Trifloxystrobin.
- Tratamiento Curativo utilizando Propamocarb, fosetil aluminio, carbendazim haciendo aplicaciones 2 veces por semana según Alvarado y Nájera (1997).

2.2 DESCRIPCIÓN DE PRODUCTOS AGROQUÍMICOS

2.2.1 Fosetyl-AI 80 WG

a. Clasificación

Fosetyl AI 80 WG es un fungicida que pertenece al grupo químico Fosfónico, su ingrediente activo es el Fosetyl-AI a una concentración de 800 gramos de ingrediente activo por litro de producto comercial y su formación son Gránulos dispersables en agua. La clasificación Toxicológica a la que pertenece es a la IV con banda verde. (Bayer 2009).

El Fosetyl-AI está clasificado en el grupo de los ingredientes químicos UnknownModeAction, está clasificado con el #33 Fosetyl-AI y pertenece al sub-grupo químico de los Ethyl-phosphonates (FRAC 2009).

b. Modo de acción

Sistémico Preventivo-Curativo. (Bayer 2011).

c. Mecanismo de acción

Interfiere con el transporte de fósforo dentro de la fisiología del hongo. Además en forma indirecta estimula en la planta la síntesis de compuestos fenólicos y fitoalexinas que constituye los componentes del sistema inmunológico de las plantas (Bayer 2012).

2.2.2 Triadimenol 25 DC

a. Clasificación

Triadimenol 25 DC es un fungicida que pertenece al grupo químico de los Triazoles, su ingrediente activo el Triadimenol a una concentración de 250 gramos de ingrediente activo por litro de producto comercial y su formulación es una Dispersión Concentrada (Bayer 2011).

El ingrediente activo Triadimenol pertenece por su modo de acción al grupo G. SterolBiosynthesis in membranes (Biosintesis del esteroles en membranas) pertenece al sub-grupo G1: SterolBiosynthesisInhibitors (SBI) Clase I: DMI fungicidesαC14methylase(erg11/cyp51) esto por su modo de acción en el hongo. (FRAC 2009). Por el lugar donde actúa pertenece al grupo químico #3

DemethylationInhibitors (DMI), son básicamente inhibidores de la demetilación, pertenece al sub-grupo químico de los Triazoles. (FRAC 2009).

b. Modo de acción

Sus propiedades sistémicas permiten que el producto sea utilizado tanto en forma preventiva, curativa y erradicativa. (Bayer 2011).

c. Mecanismo de acción

Actúa en los hongos susceptibles inhibiendo la biosíntesis del ergosterol, incluso después de haberse iniciado la infección y de hacerse visibles los primeros síntomas (Bayer 2011).

2.2.3. Propamocarb72 SL

a. Clasificación

El propamocarb pertenece a la clase fungicida, al grupo químico de los carbamatos su concentración es del 72% de ingrediente activo por litro de producto comercial su formulación es un concentrado Soluble. (SL) (Bayer 2011).

b. Clasificación Toxicológica

Pertenece al grupo toxicológico IV su banda es de color verde. (Bayer 2011).

c. Modo de acción

Propamocarb 72 SL, es un fungicida de acción sistémica, es absorbido por las raíces y transportado por el xilema, también penetra a través de las hojas y su movimiento es acropetal para proteger el nuevo crecimiento. (Bayer 2011).

d. Mecanismo de acción

Propamocarb es un fungicida que afecta la síntesis de los fosfolípidos, ácidos grasos y por ende afecta la membrana del hongo. (Bayer 2009).

El ingrediente activo propamocarb pertenece por su modo de acción al grupo F. Lipid and membraneSynthesis (Síntesis de la membrana lipídica), pertenece al subgrupo F4 Cellmembranepermeability, fattyacids (prop.) (Permeabilidad de la membrana celular ácido graso). Pertenece al grupo químico #28 Carbamates.

El propamocarb fue utilizado por su buen efecto sobre el hongo que provoca la enfermedad Raya Negra (*Phytophthora palmivora*).

2.3 Epidemiología de la enfermedad

La epidemiología refiere al estudio del desarrollo de enfermedades epidemiológicas, dentro de una plantación, también se usa usualmente para denotar un desarrollo de enfermedad súbito y rápido o extendido, implicando que si el desarrollo es lento o es limitado en espacio, no hay una epidemia. (Vanderplank, 1963)

Sin embargo varios autores han dado algunas definiciones, que son necesarias llevarlas en consideración (Nelson, 1978) la define como el estudio de los factores que afectan la velocidad de aumento de una enfermedad, dada por la interacción, entre poblaciones de patógeno y plantas. (Kranz, 1980) nos define epidemiología como el estudio de las poblaciones de los patógenos en poblaciones de plantas hospederas de la enfermedad resultante de esa interacción, bajo influencia del ambiente y la interferencia humana (Kushalappa 1982) define con más amplitud, la epidemiología es el estudio del progreso de la enfermedad en el espacio y en el tiempo, en función de las interacciones entre poblaciones del hospederos, poblaciones del patógeno, y el medio ambiente.

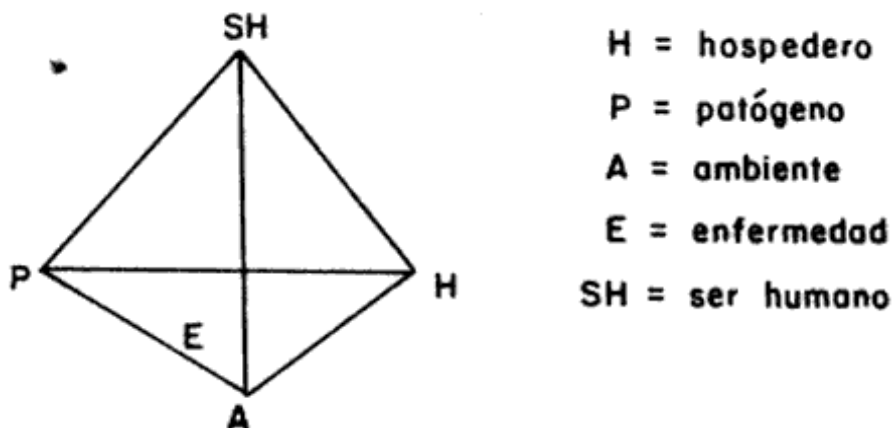


Figura 1. Representación de las interacciones entre los componentes de una enfermedad

Según Jones(1998)una epidemia es el cambio en la cantidad de enfermedad con el tiempo es decir por cantidad de enfermedad queremos decir incidencia (el número de plantas o partes de la planta afectada) severidad (la cantidad de tejido afectado). Se puede notar, epidemias rápidas o lentas y aún epidemias negativas, en que hay una disminución de la cantidad de enfermedad con el tiempo asociado al cambio en la cantidad de distribución espacial de lesiones o de plantas infectadas.

2.3.1 Distribución de Enfermedad en el Campo

Después de un período de tiempo, una enfermedad que comenzó con una sola planta infectada generalmente aparece como un foco, sucesivamente va infectando y propagando dentro de las plantas sanas, con la densidad de lesiones o de plantas infectadas se va visualizando el desarrollo y el aumento de la enfermedad favoreciendo las condiciones climáticas para su propagación dentro de la plantación de hule (Gilligan, 2002).

2.3.2 Progreso de la enfermedad en la planta.

El progreso de las enfermedades en las plantas comúnmente comienzan a un nivel bajo, un número pequeño de plantas afectadas y una cantidad pequeña del tejido vegetal afectado, llegan a ser de interés cuando su incidencia y severidad aumenta con el tiempo (Anónimo, 1968).

Según Maloy (1993)el impacto de las enfermedades y las pérdidas que ocasionan son en función del progreso de enfermedad. Para reducir este impacto no esencialmente se tiene que eliminar la enfermedad, se debe de mantener el desarrollo de la enfermedad debajo de algún nivel aceptable de una escala menor del 2%. Por lo tanto, se tiene que entender en términos cuantitativos el progreso de enfermedad y los factores que lo influyen.

Se debe conocer qué tipos de enfermedades producen fitoepidemias lineales y qué factores afectan la inclinación de la línea (la tasa del progreso de enfermedad). Asimismo saber qué tipos de enfermedades tienden a producir progreso exponencial y cómo reducir el nivel inicial de enfermedad y la tasa de desarrollo de la epidemia.

.2.3.3Ciclo de la naturaleza de la enfermedad

El ciclo consiste en el desarrollo del patógeno en relación al hospedero y las condiciones ambientales. El inoculo que puede consistir de esporas fungosas, células bacterianas, larvas de nematodos, virus dentro de un áfido vector, o algunos otros propágulos de un patógeno, gana entrada y establecimiento dentro de los tejidos del hospedante mediante el proceso de infección, el patógeno se desarrolla dentro del hospedante y eventualmente comienza a producir el inoculo nuevo, que en su tiempo puede dispersarse a nuevos sitios susceptibles para iniciar nuevas infecciones. (Zadoks, 1979).

Los patógenos que producen un sólo ciclo de desarrollo por ciclo del cultivo se llaman monocíclicos, mientras que los patógenos que producen más de un ciclo de infección por ciclo del cultivo se llaman policíclicos. Generalmente en climas templados hay sólo un ciclo del cultivo al año. Los términos monocíclicos y policíclicos son con base del número de ciclos al año. Sin embargo en los climas tropicales o subtropicales puede haber más de un ciclo de cultivo al año, es importante conocer que monocíclico y policíclico son con base en un sólo ciclo de cultivo. Estos mismos términos se usan para describir las epidemias así como también los patógenos.

Las epidemias pueden ser virtualmente continuas durante períodos de muchos años en cultivos como plátanos, café, y los árboles de hule. Se refiere a estas epidemias como poliéticas, sin considerar si el patógeno es monocíclico o policíclico dentro de cada temporada(Vanderplank, 1963).

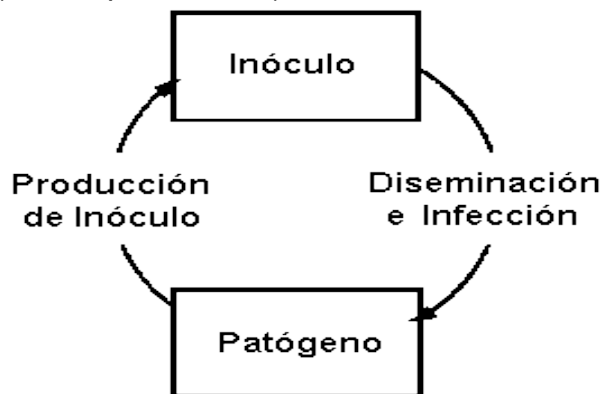


Figura 2.Ciclo de la enfermeda.

2.4 DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD DE LA INSTITUCIÓN ANFITRIONA

2.4.1 Localización

Plantaciones Amazonas S.A. se encuentra ubicada en el Municipio de Pajapita departamento de San Marcos, en el kilometro 242 carretera que conduce al Municipio de Tumbador San Marcos.

Su ubicación geografica se identifica entre las coordenadas 14°44'5.17" latitud Norte y a 92°1'74"longitud Oeste, a una altitud 96 metros sobre el nivel del mar.

Los suelos que cuenta la finca son suelos franco arenoso y franco arcilloso, la temperatura mínima es de 21°C y la máxima es de 35°C la humedad relativa es de 76%, la precipitación promedio anual es de 1,875.75 mm.

2.4.2. Vias de acceso

Entrada principal a 20 metros después del kilometro 242 lado este, carretera que conduce al municipio del Tumbador San Marcos.

Entrada alterna kilometro 244 lado este entrada Caserío la Providencia, Pajapita San Marcos carretera que conduce al Municipio del Tumbador San Marcos.

Plantaciones Amazonasse dedica principalmente a la producción de hule cuenta con una extencion de 5 caballerías destinada al cultivo de hule. Además de la explotación de hule natural también se dedica a otra actividad agricola como es la Apicultura a pequeña escala a acomparacion del cultivo de hule.

2.4.3. Zona de Vida

SegúnHoldridge,la zona de vida en la que se encuantra plantaciones Amazonas es una zona de vida bosque humedo subtropical bh-S(c).

2.4.4. Colindancias

La finca colinda al Norte con finca Santa Lucrecia, al Sur con hacienda la Isla Jose Lam Barrios, al Este con la finca Santa Teresa y al Oeste colinda con finca Santa Lucrecia.

2.5. Organización de la empresa

Gerente	Es la persona encargada de dirigir, coordinar y supervisar los trabajos de tal forma que los objetivos trazados sean cumplidos dentro de la empresa
Administrador	Se encarga de administrar los recursos de la empresa, de velar que se cumplan los objetivos a cabalidad y de efectuar las actividades planificadas
Seguridad	Es la persona encargada de velar por la seguridad de las personas, bienes y materiales dentro de la empresa
Caporal	Se encarga de ejecutar las diferentes actividades que se lleva a cabo en la empresa coordinado con el personal que tiene a su cargo
Encargado de oficina	Se encarga de archivar todo los documentos de la empresa mantener en orden toda papelería en relación a la empresa
Planillero	Es el encargado de llevar el registro del personal que tiene en la empresa y el control de pago de acuerdo a los días trabajados
Bodeguero	Es la persona que tiene el control de los productos e insumos que son utilizados dentro de la empresa ya sean productos agroquímicos como agro e industrial

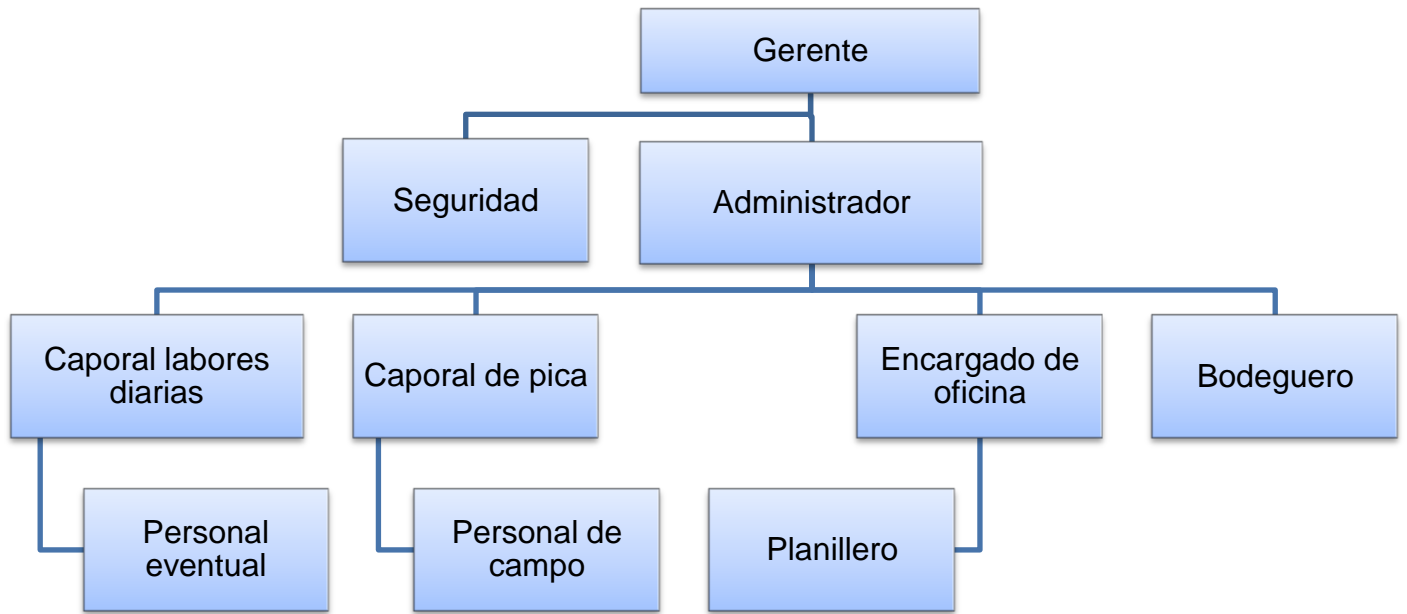


Figura 3. Organigrama de Plantaciones Amazonas S.A.

3. CONTEXTO DE LA PRÁCTICA

3.1. Necesidad empresarial

La producción de hule y los productos derivados de su industrialización son un renglón importante en la economía nacional, diversificando la agricultura y generan ingresos a un apreciable número de familias guatemaltecas, esto representa importancia para la economía del país ya que constituye fuente de trabajo e ingresos de divisas.

Plantaciones Amazonas S.A. es una empresa que se dedica al cultivo de hule, cuenta con una extensión de 5 caballerías de las cuales 3 están en recién apertura y 2 en etapa de crecimiento. Actualmente la plantación de recién apertura lleva un tiempo de 4 meses de estar en explotación.

En plantaciones Amazonas se apertura la pica en épocas de lluvia, esto favoreció la presencia de algunos patógenos como la raya negra causada por el hongo *Phytophthora palmivora* en el panel de pica. Fue uno de los problemas que la plantación presentaba debido a ser el primer año de explotación, los criterios técnicamente de productos fungicidas aplicados no fueron los más apropiados y por tal motivo no obtenían los resultados esperados ya que la presencia del patógeno se veía reflejada en la plantación, esto se debió a que no se tenía un estudio de la epidemiología de la enfermedad en la zona y no se contaba con un plan fitosanitario eficiente que contrarrestara la enfermedad, por lo cual incidido un incremento del área afectada por dicho patógeno.

Dicha empresa estimaba saber el daño ocasionado por la enfermedad, conocer la incidencia (el número de árboles afectados) conocer la severidad (la cantidad de tejido afectado), conocer el aumento de la enfermedad dentro de la plantación y determinar su control. Por tal razón se hizo un estudio del desarrollo de la epidemiología de la enfermedad y de los factores que influyen en ellos. Debido a que el impacto de las enfermedades y las pérdidas que ocasionan son en funciones del progreso de la enfermedad.

3.2. Justificación

Debido que las enfermedades del tablero de pica son un factor principal dentro de la producción de hule que causan daños en los tejidos internos de la planta, disminuyendo la producción reduciendo así el periodo productivo de la plantación, llegando a casos extremos de disminuir la densidad de plantación por pérdidas prematuras de árboles si no se logra controlar a tiempo.

La presente sistematización de práctica profesional consistió en realizar un estudio del desarrollo de la epidemiología de la enfermedad y la importancia de contar con programas fitosanitarios eficientes para evitar que el hongo desarrolle resistencia a los ingredientes activos que pertenecen a diferentes grupos químicos de fungicidas y con modos de acción diferentes, esto permitirá a la finca conocer el desempeño de los productos contra las enfermedades del panel de pica dentro de la plantación, tomando en cuenta la incidencia de la enfermedad en el panel de pica y la severidad de las mismas, como efecto justificable del estudio realizado sobre la enfermedad es la importancia de contar con programas fitosanitarios eficientes sobre el rendimiento de producción dentro de la plantación de hule, lo que provoca un cambio en la tecnología de controlar la enfermedad en plantaciones Amazonas.

A través de este estudio realizado en la plantación de hule se pretende aportar nuevas herramientas sobre el control de las enfermedades del panel de pica en el cultivo de hule, proponiendo algunas escalas de severidad para el monitoreo de la enfermedad dicha información permitirá que el personal administrativo obtenga información valiosa de acuerdo a la información generada de este análisis realizado, además con los resultados obtenidos la finca puede realizar un plan fitosanitario en función del ingrediente activo de los productos utilizados.

3.3. Eje de sistematización

Las enfermedades fungosas son un problema principal en el cultivo de hule, Por tal motivo la sistematización práctica profesional se apoyo en realizar un estudio del desarrollo epidemiológico de la enfermedad en plantaciones Amazonas, estudiando los factores que favorecieron enel desarrollo y diseminación de la enfermedad, en función de la distribución, incidencia (el número de plantas o partes de la planta afectada) severidad (la cantidad de tejido afectado en la planta) y así determinar un control fitosanitario eficiente dentro de la plantación que contrarrestara la enfermedad.

4. OBJETIVOS

4.1 General

- Evaluar el comportamiento epidemiológico de la raya negra (*Phytophthora palmivora*) del panel de pica del cultivo de hule

4.2 Específicos:

- Determinar el porcentaje de incidencia de Raya negra en el cultivo de Hule.
- Determinar el porcentaje de severidad de raya negra en el cultivo de Hule.
- Diseñar una escala para medición de severidad de raya negra del cultivo de Hule.

5. PLAN DE TRABAJO

5.1. PROGRAMA A DESARROLLAR

La práctica profesional constó en participar de forma activa en las diferentes labores de la empresa (control de maleza, supervisión de labor de pica y peso de la materia prima) así como los registros de producción que han obtenido, dándole mayor énfasis a la necesidad empresarial que se presentó en su momento. Debido a que se dedica principalmente a cultivo de Hule su principal problema fitosanitario fue el hongo *Phytophthora palmivora*. Los criterios técnicamente que ellos utilizaban no eran los más adecuados para contrarrestar dicha enfermedad ya que no contaban con planes fitosanitarios acorde a la epidemiología de la enfermedad, por tal motivo la práctica se concentró en realizar un análisis epidemiológico de Raya negra del panel de pica en el cultivo de hule.

5.2. Monitoreo

Se realizó un monitoreo dentro de la plantación de hule para observar los factores que favorecen el desarrollo y el incremento de la enfermedad, los factores que se pudieron observar fue la profundidad de pica, que favorecía a la enfermedad (Anexo 1) a que penetrara con facilidad en los tejidos de los vasos laticíferos afectando así a la producción.

Otro factor que se observó fue que no existía ningún tipo de desinfección de la cuchilla al momento de realizar la labor de pica la cual ocasionaba que la enfermedad se propagará con facilidad dentro de la plantación, observándose así arboles con mayores incidencias y severidad ocasionada por el patógeno sobre el panel, de acuerdo a los síntomas que el árbol presentaba según las características de la enfermedad en el panel de pica.

5.3. Tasa de infección de raya negra (cm²/ día)

Este parámetro es útil para propósitos comparativos y sirve para indicar como varia la epidemia en relación al ambiente, a la resistencia horizontal y al efecto de los fungicidas, en el control de la enfermedad.

La tasa de infección es un parámetro comúnmente usado para investigar análisis cuantitativos de epidemias, para el cálculo de este parámetro epidemiológico se evaluó todo los paneles de pica para obtener el índice general de la enfermedad, mediante la sumatoria de los grados de infección o área afectada, multiplicado por el número de plantas y dividido entre el número total de tejido del panel en cm². Cuantificando la proporción de la enfermedad en las diferentes lecturas y luego expresado esos valores en forma acumulativa en relación al tiempo (lecturas semanales)

Para ello se usó el sistema stover de evaluación que permitió determinar el avance de la enfermedad a través del tiempo que duro la sistematización con mucha exactitud. Para esto fue necesario considerar el grado de severidad de la enfermedad (% del área del panel afectado) con base de escala diagramática desarrolladas por el mismo stover (1974)

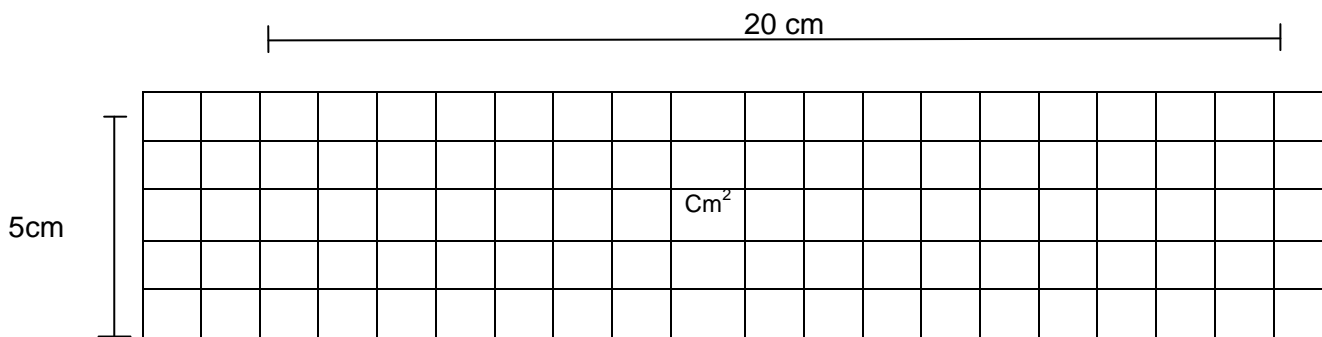


Figura 4. Escala diagramática para el cálculo del área afectada del panel de pica por la raya negra.

5.4. Porcentaje de severidad de Raya negra

Para el porcentaje de severidad se utilizó la siguiente fórmula:

$$\% \text{ de severidad} = \frac{\text{Severidad Lectura actual (cm}^2\text{)}}{\text{Área muestreada (cm}^2\text{)}} \times 100$$

Para establecer la severidad de los arboles muestreados en el campo se tomó una malla de 0.20 m de largo y 0.05 m de ancho con aberturas de 1 cm² las cuales ayudaron a determinar el área afectada del panel de pica. De acuerdo a los datos recopilados durante la práctica se pudo observar que la incidencia de la enfermedad de raya negra en el panel de pica de hule se veía reflejada sobre el área.

5.5. Escalas epidemiológicas de severidad

Para establecer los valores de las escalas de severidad de la enfermedad causada por el patógeno *Phytophthora palmivora*, se utilizó el método Horsfall Barrat ajustado, de esta forma se clasificó en cinco escalas (incluyendo escala 0).

Para la obtención de las escalas se hizo de acuerdo a los datos obtenidos en campo del área afectada por raya negra en el panel de pica, para tal efecto se observó detenidamente la enfermedad en el panel de pica de los árboles en producción (anexo 2), se tomaron los paneles que mostraron mayor y menor infección en las que se contó el número de lesiones causado por el patógeno y luego se elaboraron con la metodología Horsfall-Barrat.

5.7 INDICADORES DE RESULTADOS

Alcanzar los objetivos trazados para determinar los factores que inciden en el desarrollo de la enfermedad.

- Determinación del porcentaje de incidencia *Phytophthora palmivora* a través de la formula
$$\% \text{ de incidencia} = \frac{\# \text{ de plantas infectadas}}{\text{Población total}} \times 100$$
- Determinación del porcentaje de severidad *Phytophthora palmivora* a través de la formula,
$$\% \text{ de severidad} = \frac{\text{Severidad Lectura actual (cm}^2\text{)}}{\text{Área muestreada (cm}^2\text{)}} \times 100$$

6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1 Incidencia

Para determinar la incidencia se hicieron caminamientos, tratando de cubrir toda el área afectada de la finca. Para ello se tomó como muestra 10 árboles al azar por hectárea determinando la incidencia y severidad dentro de la finca para efectos prácticos de muestreos se consideró el promedio de densidad de 400 árboles por hectárea.

La incidencia de la enfermedad se observó si el árbol presentó o no los siguientes síntomas características de la enfermedad:

- Se manifiesta en el panel de pica en forma de rayas negras sobre el corte de pica, formando grietas o rayas negras verticales a lo ancho del panel y que puede unirse originando manchas negras moderadamente deshidratadas y en la cual pudo observarse flujo de látex sobre la corteza.

Las áreas afectada dentro de la finca presentaron un porcentaje de incidencia que varían desde el 2% hasta el 80% lo anterior se debe a tal como lo describe (AGRIOS, 2012) quienes establecen que las condiciones climáticas tales como temperatura, precipitación pluvial donde el hongo forma más micelio y zoosporas para reproducirse, material genético, desinfección de herramientas para la pica , puede afectar de forma directa la propagación del hongo dentro de la plantación por tal razón se observa estas variaciones dentro de la finca variaciones que pueden darse a las diferentes condiciones climáticas en que se encuentra la finca, esto se debe al manejo que se le daba a la plantación, tales como:

- La supervisión de profundidad de pica que favorece a que la enfermedad penetre con facilidad en los vasos laticíferos.
- Desinfección de la herramienta de pica al momento de realizar la labor debido a que uno de los factores por lo cual la enfermedad se disemina es por medio de herramientas.

- Capacitación al personal que ingrediente activo aplicar para contrarrestar la enfermedad y en qué momento aplicarlo
- Capacitación al personal que realiza la labor de pica sobre los factores que favorece y disemina la enfermedad.

Esto indica que las condiciones adecuadas como: climas húmedos y moderadamente frío donde el hongo sobrevive en forma de Oósporas, y la enfermedad se disemina a otras plantas según Agrios (2012) debido a que las condiciones son favorables para su propagación.

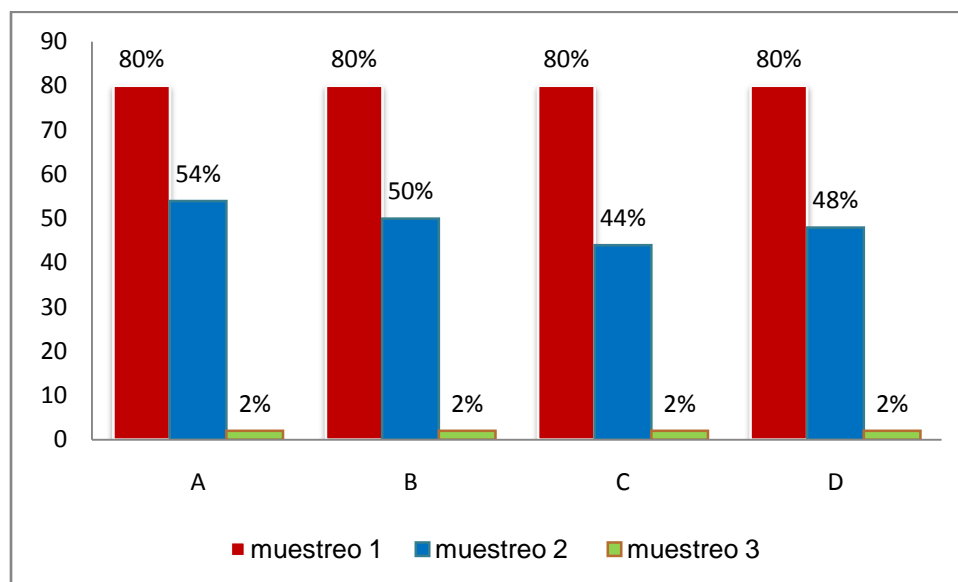


Figura 5. Porcentaje de incidencia de la enfermedad raya negra (*Phytophthora palmivora*) plantaciones Amazonas S.A.

Se puede notar que la incidencia de la enfermedad Raya Negra presento un 80% inicial dentro de la plantación esto previo a las aplicaciones.

En el segundo muestreo de la evaluación la incidencia disminuyó en todas las secciones obteniendo mejores resultados sección C con una incidencia de 44 % seguido la sección D con un 48% luego la sección B con 50% y sección A con 54% como se pude observar en la figura 5.

Debido a los diferentes ingrediente: Fosetil Aluminio, Triadimenol y Fosetil Aluminio +propamocarb y la eficacia de cada uno de ellos la incidencia disminuyó.

En el tercer muestreo se mantiene la tendencia en el control de la enfermedad al disminuir la incidencia en todas las secciones con un 2% confirmando así la estabilidad en el control de la enfermedad.

Analizadas las lecturas de incidencia de la enfermedad Raya Negra (*Phytophthora palmivora*) se determinó que contar con programas fitosanitarios eficientes para el control de la enfermedad se logra, y se recomienda rotar los diferentes fungicidas para disminuir el riesgo que la enfermedad cause resistencia a cualquiera de los ingredientes activos analizados durante la sistematización de práctica profesional.

6.2 Tasa de infección de raya negra (cm²/ día)

Este parámetro de la tasa de infección se determinó utilizando el sistema stover de evaluación que permitió determinar el avance de la enfermedad a través del tiempo que duro la sistematización, se midió en cm²/día a través de Lecturas tomada a cada semana de los fungicidas utilizados. Fosetil Aluminio, Triadimenol y Fosetil Aluminio +propamocarb en cada uno de los tratamientos. Debido al modo de acción de los diferentes ingredientes activos utilizados en la evaluación y algunos factores climáticos, la severidad la raya negra (*Phytophthora palmivora*) disminuyó dentro de la plantación reflejándose así en la tasa de infección con valores negativos.

6.2.1 Tasa de infección absoluta y severidad utilizando Fosetil aluminio + Propamocarb.

El fungicida que mejor eficacia mostró para controlar la enfermedad, de la raya negra (*Phytophthora palmivora*), fue Fosetil aluminio+ Propamocarb antes de la primera aplicación, la severidad inicial fue de 53.7 cm². Esto se debe a que no contaban con un plan fitosanitario eficiente que contrarrestara la enfermedad.

En los primeros 14 días de haber aplicado el fungicida, la enfermedad fue Disminuyendo de una manera eficiente de 53.7 cm² a 18.5 cm² con una tasa de infección de -0.82857 cm²/día, se debe a que el ingrediente activo por primera vez entraba en contacto con la enfermedad, demostrando de esta forma el efecto de

Fosetilaluminio+ propamocarb sobre el hongo, de la semana 4 a la semana 6 la enfermedad se mantuvo controlada, en 15.3cm^2 a 10.2cm^2 la enfermedad siguió disminuyendo con una tasa de infección de $-0.35714\text{ cm}^2/\text{día}$.

A partir de la semana 6 al 9 se mantiene una baja infestación de la enfermedad al disminuir la tasa de infección de severidad de 10.2cm^2 llegó a disminuir 2.1cm^2 mostrando al final del proceso una tasa de infección de $-0.15714\text{cm}^2/\text{día}$ obteniendo un control eficiente sobre la enfermedad de la raya negra (*Phytophthora palmivora*).

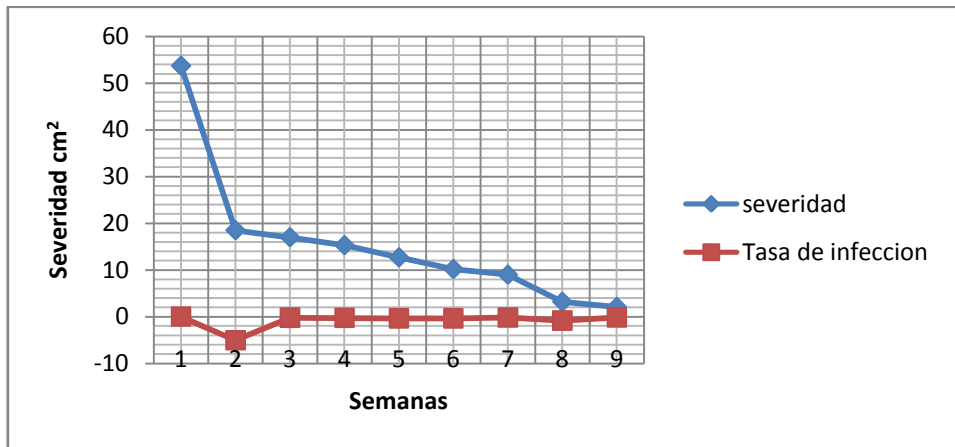


Figura 6. Comportamiento de la tasa de infección y severidad de la raya negra (*Phytophthora palmivora*), utilizando fungicida Fosetil aluminio+ propamocarb.

6.2.2 Tasa de infección absoluta y severidad utilizando folpet

La severidad inicial con los arboles tratados con Folpet fue de $21,9\text{ cm}^2$ conforme transcurrió el tiempo de la semana 2 a la semana 4 el comportamiento infectivo continuó avanzando pero lo hizo a una tasa menor que la anterior podemos ver la tendencia como la enfermedad se mantiene en su aumento con una tasa de infección de $0.5\text{cm}^2/\text{día}$ debido que la enfermedad mostro resistencia al ingrediente activo esto se debe a que la finca solamente aplicaba folpet para contrarrestar la enfermedad por tal motivo la enfermedad mostro resistencia ante el ingrediente activo como resultado del efecto del fungicida sobre la raya negra del panel de pica. Al final de la investigación la severidad de la plantación fue de 2.8 cm^2 tal como se muestra en la figura 7.

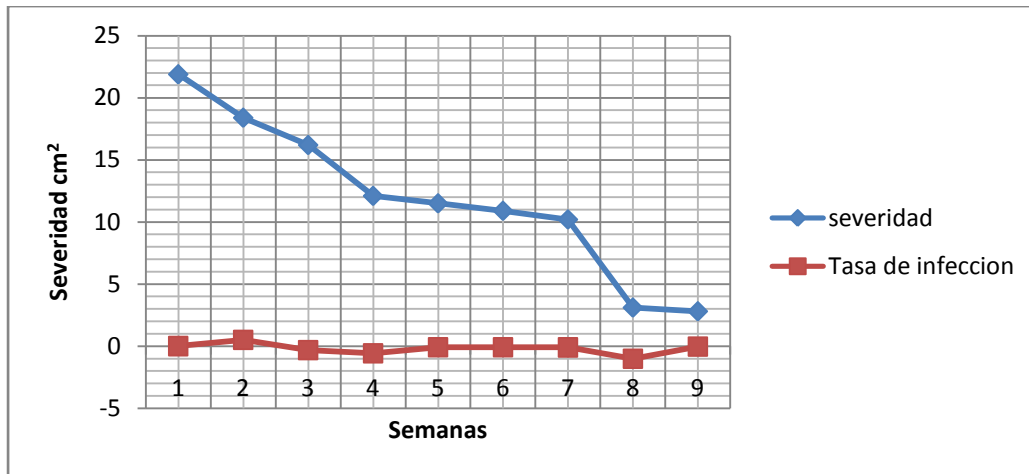


Figura 7. Comportamiento de la tasa de infección y severidad de la raya negra (*Phytophthora palmivora*), utilizando Folpet

Mientras que la tasa de infección con valores negativos, denota un retroceso de la enfermedad en el panel de pica, demostrando que Folpet tiene un efecto en el control de la raya negra (*Phytophthora palmivora*), sin embargo no fue sostenido, sino que fluctuó a lo largo de las aplicaciones del producto quedando así con una tasa de infección $-0.03 \text{ cm}^2/\text{día}$ se debe a que su ingrediente activo actúa como un preventivo y no como curativo, esto significa que únicamente hubo disminución de la enfermedad.

6.2.3 Tasa de infección absoluta y severidad utilizando triadimenol

Se observó la severidad inicial de la enfermedad raya negra que fue de 21 cm^2 previo a la primera aplicación de triadimenol, se pudo notar como la enfermedad va disminuyendo en la primera aplicación que se realizó de la semana 2 a la semana 4 llegando a disminuir de 21 cm^2 a 12.5 cm^2 y de la semana 4 a la semana 6 se puede notar que la enfermedad se mantiene controlada mostrando que el fungicida triadimenol tiene efecto en el control de la enfermedad, de la semana 6 a la semana 9 la enfermedad siguió disminuyendo esto se debe a que en esas semana no llovió por cuatro días favoreciendo a que el fungicida contrarrestara la enfermedad disminuyéndolo a 2.2 cm^2 al final de la sistematización se logró controlar la enfermedad de una manera eficiente manteniendo una tasa de infección al final de la sistematización de $-0.1714 \text{ cm}^2/\text{día}$. (Figura 8)

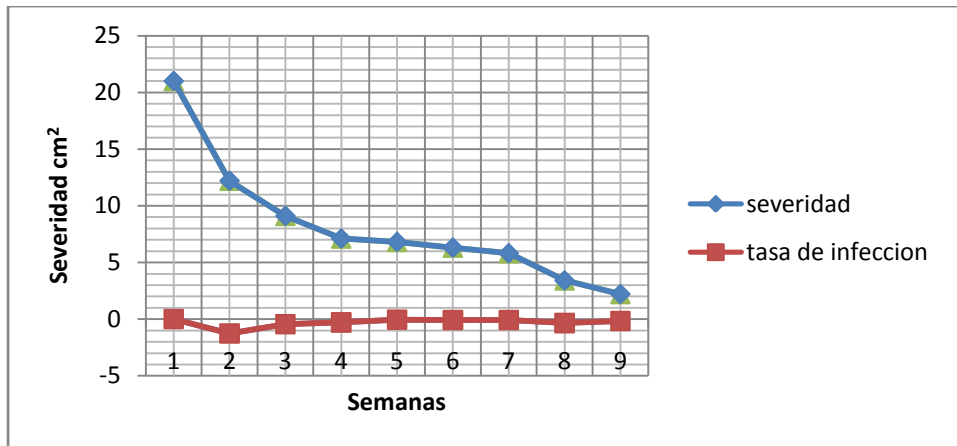


Figura 8. Comportamiento de la tasa de infección y severidad de la raya negra (*Phytophthora palmivora*), utilizando triadimenol.

6.2.4 Tasa de infección absoluta y severidad utilizando Fosetil aluminio

El comportamiento de la enfermedad Raya negra provocada por el agente causal *Phytophthora Palmivora* en la primera lectura de severidad al inicio fue de 34.7 cm², conforme transcurrió el tiempo esta continuó disminuyendo en la primera semana después de haber realizado la primera aplicación con fosetil aluminio la enfermedad disminuyo a 17.9 cm², mostrando efecto el ingrediente activo en el control de la enfermedad, se puede notar que de la semana 4 a la semana 6 la tasa de infección tuvo un aumento con valores positivo 1,45714 cm²/día se debió a que en esas semana las lluvias fueron muy copiosas favoreciendo la topografía del terreno debido a ser bajo esto ocasiono demasiada humedad favoreciendo a que el patógeno se desarrollara con facilidad dentro de la plantación mostrando resistencia por las constantes lluvias, pero de la semana 6 a la semana 9 vemos un descenso de la enfermedad tal como lo muestra la figura 6, la enfermedad tiene un retroceso mostrando un control el fungicida aplicado disminuyendo la severidad a 2.8 cm² obteniendo una tasa de infección al final de -0,15714 cm²/día logrando así el control de la enfermedad.

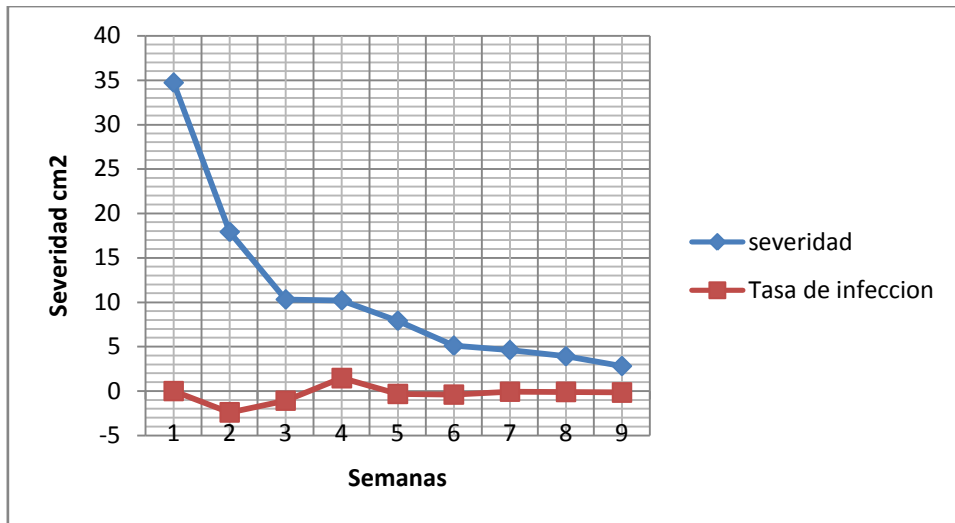


Figura 9. Comportamiento de la tasa de infección y severidad de la raya negra (*Phytophthora palmivora*), utilizando fosetil aluminio.

Demostrando así la eficacia de los fungicidas evaluados para contrarrestar la enfermedad de la raya negra (*Phytophthora palmivora*) en el panel de pica, vemos en las figuras anteriores como se comporto la enfermedad al momento de cambiar de ingredientes activos y utilizar fungicidas curativos se pudo observar como la enfermedad se va controlando de una manera eficiente debido a que son fungicidas sistémicos que actúan contra los hongos que se desarrollan en el exterior de las plantas.

Demostrando de esta manera una baja infestación en el control de la enfermedad al disminuir la tasa de infección en las secciones evaluadas, debido a las aplicaciones de los productos: FosetilAluminio + Propamocarb, Triadimenol y Fosetil-aluminio y la eficiencia de cada uno de los ingredientes activo se controlo la enfermedad. Lo importante de analizar en esta evaluación es que si se quiere resultados de corto plazo debemos utilizar productos sistémicos que son más eficientes para contrarrestar las enfermedades.

6.3 Porcentaje de severidad de raya negra

Luego de las observaciones y lecturas que se realizaron en cada uno de los paneles de pica de los arboles muestreados se obtuvieron los porcentaje de severidad.

A continuación, se muestran los resultados correspondientes de las lecturas tomadas que corresponden al porcentaje de severidad de la enfermedad Raya Negra.

Cuadro 3. Porcentaje de severidad de la enfermedad raya negra (*Phytophthora palmivora*) en plantaciones Amazonas S.A.

Lecturas	Severidad (%)			
	Sección A	Sección B	Sección C	Sección D
1	53,7	21,9	21	34,7
2	18,5	18,4	12,2	17,9
3	17	16,2	9,1	10,3
4	15,3	12,1	7,1	10,2
5	12,7	11,5	6,8	7,9
6	10,2	10,9	6,3	5,1
7	9	10,2	5,8	4,6
8	3,2	3,1	3,4	3,9
9	2,1	2,8	2,2	2,8

La severidad de la enfermedad Raya Negra, presentó un 53.7%,21.9%, 21% y 34.7% en la primera lectura inicial dentro de la plantación esto previo a las aplicaciones de fungicidas que se realizaran esto debido al manejo que la finca le daba.

En la segunda lectura se pudo notar que la enfermedad fue disminuyendo en toda la sección obteniendo mejores resultados C y D de un 17.9% hasta un 12.2% mostrando resultados eficientes seguidamente A y B con 18.4% y 18.5%. Como se puede observar en el cuadro 3.

Esto es debido a la eficacia de los ingredientes activos utilizados en las secciones utilizando; Fosetil Aluminio +propamocarb, Triadimenol y fosetil aluminio Mostrando resultados positivos en la primera lectura hasta la última lectura tomada, mostrando eficiencia en el control de la enfermedad en la última toma los resultados fueron de 2.8% hasta un 2.1% como se muestra en el cuadro anterior, como la enfermedad se

fue controlando y disminuyo de una manera eficaz mostrando buenos resultado los diferentes ingredientes activos: Fosetil aluminio, Triadimenol, Fosetil Aluminio +propamocarb, en el control de la enfermedad teniendo resultados positivos de una manera muy eficiente desde la primera aplicación hasta la última.

Se puede analizar que el objetivo de contar con programas fitosanitarios consistentes para el control de la enfermedad se logra y se recomienda rotar los diferentes ingredientes activos para disminuir el riesgo que la enfermedad cause resistencia a cualquiera de los ingredientes activos.

2.3 Área bajo la curva del progreso de la enfermedad (ABCPE)

Se determinó el área bajo la curva del progreso de la enfermedad del patógeno (*Phytophthora palmivora*), como indicador epidemiológico reflejó el área total de tejido perdido por efecto de la enfermedad. Ya a que el ABCPE es una medida a dimensional únicamente es un indicador de la intensidad con la que se desarrolló la enfermedad en plantaciones Amazonas, donde valores altos indican poco control de la enfermedad por parte de los productos fungicidas y valores bajos de ABCPE indica un mejor control sobre la enfermedad de la raya negra.

Para determinar el ABCPE del patógeno (*Phytophthora palmivora*) del panel de pica en plantaciones Amazonas S.A, se tomaron los valores de severidad expresado en cm^2 .

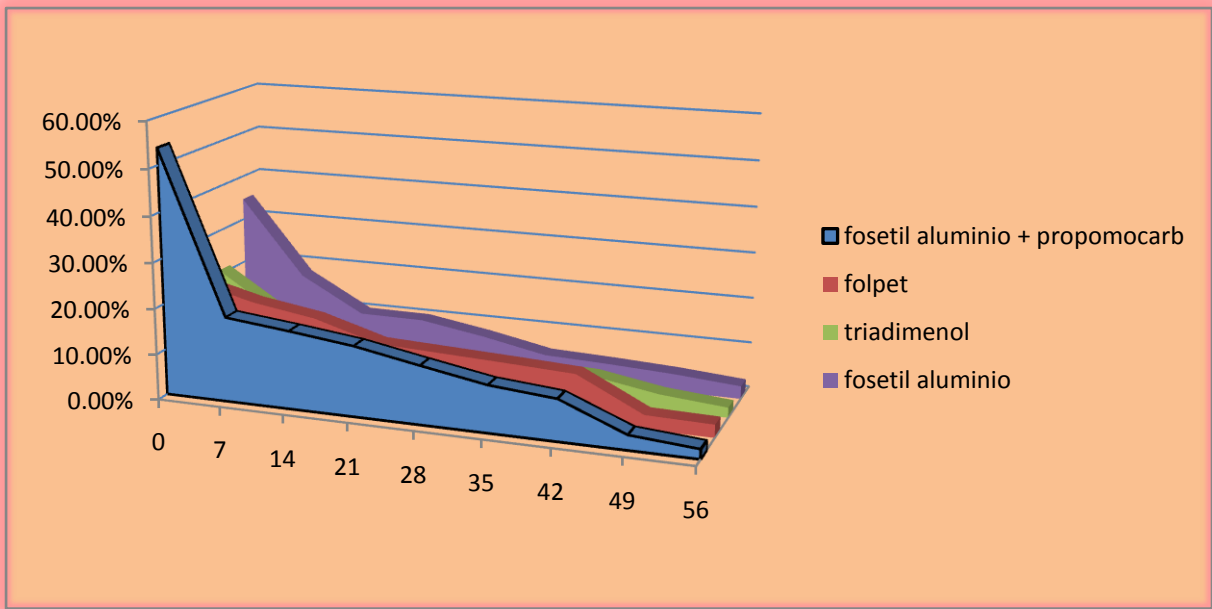


Figura 10. Área bajo la curva del progreso de la severidad de la enfermedad raya negra utilizando fosetil aluminio +Propamocarb, folpet, triadimenol y fosetil aluminio.

En la figura 7 se puede notar el comportamiento del ABCPEy la eficacia de los fungicidas utilizados se nota como actúa la enfermedad al momento de entrar en contacto con los ingredientes activo evaluados, mostrando resistencia la enfermedad con algunos ingredientes tal es el caso de folpet que la enfermedad mostro resistencia a este ingrediente se debe a que este fungicida se estaba aplicando comúnmente en la finca, esto ocasiono resistencia a lo largo del proceso de la sistematización, a diferencia de los demás productos mostrando resultados eficientes se puede observar en la gráfica del ABCPE.

De acuerdo al área bajo la curva del progreso de la enfermedad se puede establecer que la epidemia uno perteneciente al Fosetil Aluminio + Propamocarb es la que presenta al inicio la mayor área comparado con las otras 3 epidemias, esto se debe a que fueron árboles con mayor infestación y por lo tanto presentaron mayores problemas fitosanitarios ya que han estado expuestos por mayor tiempo al patógenos *Phytophthora palmivora*.

Se observó al momento de las aplicaciones que existió mayor descenso de la enfermedad durante los primeros 7 días, ya que el producto por primera vez entraba en contacto con el patógeno y al no presentar resistencia al ingrediente activo se pudo controlar de forma rápida, posteriormente se puede observar en la gráfica del ABCPE que del día 7 al 35 el control de la enfermedad fue menor comparado con los primeros 7 días, esto se debe a que el patógeno a pesar de que era controlado aún mostró resistencia al control ya que en esos días las lluvias fueron intensas, favoreciendo el ambiente para que el hongo se desarrollara con facilidad.

Luego del día 42 al día 49 se mostró el mayor descenso de severidad de la enfermedad y esto se puede apreciar en todos los demás árboles con diferentes tratamientos, esto se debe a que existió un período de 3 días sin lluvias, lo que hizo que la enfermedad no tuviera las condiciones climáticas idóneas para su desarrollo. Por último se puede observar que del día 49 al 56 existió un control menos marcado que los 7 días anteriores pero aún así existió un descenso de la enfermedad, convirtiéndose así en el tratamiento que mostró el mejor control de la enfermedad.

El mejor control del ABCPE entre el tratamiento uno (fosetil aluminio + propamocarb) y los tratamientos dos (folpe) tratamiento tres (triadimenol) y tratamiento cuatro (fosetil aluminio) demuestra mejor efectividad el tratamiento uno para controlar la enfermedad *raya negra (Phytophthora palmivora)*

6.6 Escalas de severidad de Raya Negra (*Phytophthora palmivora*)

Para establecer las escalas epidemiológicas se utilizó el método Horsfall-Barrat ajustado, de esta forma se clasificó en cinco escalas las cuales son sugeridas para su posterior utilización (incluyendo escala 0). Estas sirvieron de base para determinar las escalas de severidad para su uso dentro de la finca, pudiendo observar que la enfermedad cuando presenta valores arriba de 3% de severidad debe considerarse de especial atención, ya que puede disminuir la vida productiva del árbol, afectando seriamente la corteza ocasionando deformación imposibilitando las picas futuras según Alvarado, Nájera (1997). Por tal razón debe de tratarse a tiempo.

Daños menores al 2% de severidad son importante porque en presencia de condiciones climáticos la enfermedad se puede contra restar por si misma

Cuadro 4. Escala de la severidad de la Raya Negra de panel de pica

Escala	Límite inferior	Punto medio	Límite superior
0	0.0	0.0	0.0
1	3.96	6.79	3.96
2	11.41	18.55	11.41
3	28.71	41.59	28.71
4	55.73	69.00	55.73

Esta escala se generó con el objetivo de que plantaciones Amazonas adopte una escala de medida de severidad de Raya Negra bajo la epidemiología de la enfermedad con las condiciones ambientales que la finca cuenta.

Para ello se limitaron cinco escalas de severidad que va desde la escala 0 hasta la escala 4, la cual me va indicando un límite de severidad de la enfermedad sobre la corteza del tablero de pica, a base de esta escala se determinara cundo y en qué momento debo de aplicar fungicida.

6.6.1 Escala de severidad 0

la figura 11, Presenta un panel completamente sano donde no se encuentra presencia de enfermedad sobre los tejidos del árbol esto indica que la planta está libre de enfermedad sin incidencia de patógeno que afecte la producción, se nota en el panel un color amarillo se debe a las aplicaciones del colorante oxiclورو de cobre.



Figura 11. Escala de severidad 0, panel de pica sano

6.6.2 Escala de severidad 1

La figura 12 muestra un Panel de pica con inicio de la enfermedad de la raya negra, se puede observar justamente arriba del corte de pica sobre los tejidos del árbol vemos como se manifiesta en el tablero, a un no se observa tejido muerto solamente incidencia de la enfermedad.



Figura 12. Escala de severidad 1

6.6.3 Escala de severidad 2

La figura 13 Vemos un panel con mayor incidencia en el tablero de pica se observa como la enfermedad se va desarrollando sobre los tejidos de la planta a tal grado de matar los tejidos y de influir en la producción de látex.



Figura 13. Escala de severidad 2

6.6.4 Escala de severidad 3

La figura 14 se puede observar la severidad de la enfermedad y su desarrolló dentro de los tejidos del árbol afectando a tal grado el tablero de pica, mostrando deformación en el panel imposibilitando picas futuras, debió a la profundidad de pica que se llevo y a la mala práctica de desinfección de herramientas, favoreciendo así a que la enfermedad penetrara con facilidad en los tejidos.



Figura 14. Escala de severidad 3

6.6.5 Escala de severidad 4

Figura 15 se observar como la enfermedad avanzo de una manera significativo sobre el tablero de pica destruyendo gran parte del panel, exponiendo la madera al intemperie propensos a enfermedades como moho gris (*Ceratocystis fimbriata*), imposibilitando las picas futuras, se debe a un mal manejo agronómico del cultivo debido a no contar con un plan fitosanitario eficiente que contrarrestara la enfermedad.



Figura 15. Escala de severidad 4.

7. CONCLUSIONES

Los porcentajes de incidencias de la raya negra que se encontraron en la plantación de hule oscilan entre 2% a 80% se debe a las condiciones climáticas tales como temperatura, precipitación pluvial, donde el hongo forma más micelio y zoospora para reproducirse

Los mayores rangos de severidad en la plantación se observaron en las secciones A 53.7% y D 34.7% mientras que sección B 21.9% y C 21% debido a la topografía del terreno que se encontraba cada área

Se estableció un instrumento de medición de severidad el cuál consistió en el diseño de una escala diagramática de cuatro clases donde cero constituye un panel de pica sano y cuatro la mayor cantidad de daño.

7. RECOMENDACIONES

Se recomienda llevar un registro de humedad relativa y precipitación pluvial en la finca y tomarlos en cuenta al momento de realizar un plan fitosanitario para tener un control más eficiente sobre la enfermedad.

Para evitar una alta incidencia y severidad de enfermedades se recomienda un control cultural desinfección de herramientas para evitar diseminación de la enfermedad, evitar picas profundas en épocas de lluvia que favorece a la enfermedad a penetrar con facilidad en los tejidos de la planta, de esta manera se lograra un mejor rendimiento y una vida productiva de los arboles.

Se recomienda utilizar programas fitosanitarios con modos de acción preventiva, curativa y erradicativa para evitar altas severidades de la enfermedad raya negra en el panel de pica en plantaciones Amazonas.

8. BIBLIOGRAFÍA

Alvarado P, J. C.;Nájera, C. (1997). Las Enfermedades del Cultivo de Hule (*Hevea brasiliensis*) en Guatemala 15-18 p.

Agrios, G.N. (1985). Fitopatología.México, editorial Limusa. 756 p.

Aguirre, CE. 1992. Apuntes sobre clasificación botánica, polinización artificial y mejoramiento genético en el cultivo de hule *Hevea* en la Estación de Fomento Los Brillantes. Guatemala, MAGA. 13 p.

Bayer. (2009). Productos. Disponible en <http://www.bayercropscienceca.com/contenido.php?id=163>

Compagnon, P. (2012). El caucho natural-biología-producción, Paris, Francia IRCA, Edición Consejo Mexicano del Hule y CIRAD. p 7 – 362.

De la Cruz, J. (1982). Clasificación de zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. 42 p

Erwin, D.C.;Bartnicki-García, S., y Tsao, P. H.(1983). *Phytophthora*: Su biología, taxonomy, ecología y patología. El La Sociedad de Phytopathologicalamericana, St. Paul, Minnesota.

FRAC.(2009). Frac Classificationonmode of action 2009.Disponible en www.frac.info

Garrido Y, C.A. (s. f.). Evaluación de 3 fungicidas y prácticas culturales para el control de la pudrición negra del cacao (*Phytophthorapalmivora*). Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía

González, L.C. (1981). Introducción a la fitopatología. San José Costa Rica, IICA, 1981. P. 9.

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

Gremial de Huleros de Guatemala. (2000; 2010). Manual práctico del cultivo del Hule. (1ra ed.; 2da ed.) Guatemala 106 pág.; 128 pág

Hernández, L. 2014. Escala diagramática de severidad para el complejo de mancha de asfalto de Maíz. (En línea). Consultado el 12 de septiembre de 2016.

Jones, DG (ed.) 1998. Epidemiología de las enfermedades de las plantas . Kluwer Publicaciones Académicas. Dordrecht, Boston

Ovalle V, C.A. (1975). Manual del cultivo de hule hevea en Guatemala, DIGESA, 1975. Pp. 63, 68, 73.

Pérez, MO. 1998. Evaluación del crecimiento de 25 clones de hele (Hevea brasiliensis Muell) en su establecimiento en el Centro de Agricultura Tropical Bulbuxya, San Miguel Panán, Suchitepéquez. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 64 p.

Tan, A.M. (1979). Training manual on crop, protection and weed control in rubber plantation. Malasya, Rubber Research Institute, pp. 33-36.

Tejada, J.R. Informe preliminar sobre las enfermedades observadas de hule en Guatemala, Universidad del Valle /Gremial de huleros, 1981. pp. 2-3

Vanderplank, JE 1963. Enfermedades de las Plantas: Epidemias y Control . Academic Press, Nueva York.

Watie, R. L. factors affecting secondary leaf fall on hevea. Malasya, Rubber Research Institute, 1972. P. 7.

9. ANEXOS



Figura 1. Supervisión de profundidad de pica.



Figura 2. Toma de lectura en $\text{cm}^2/\text{día}$

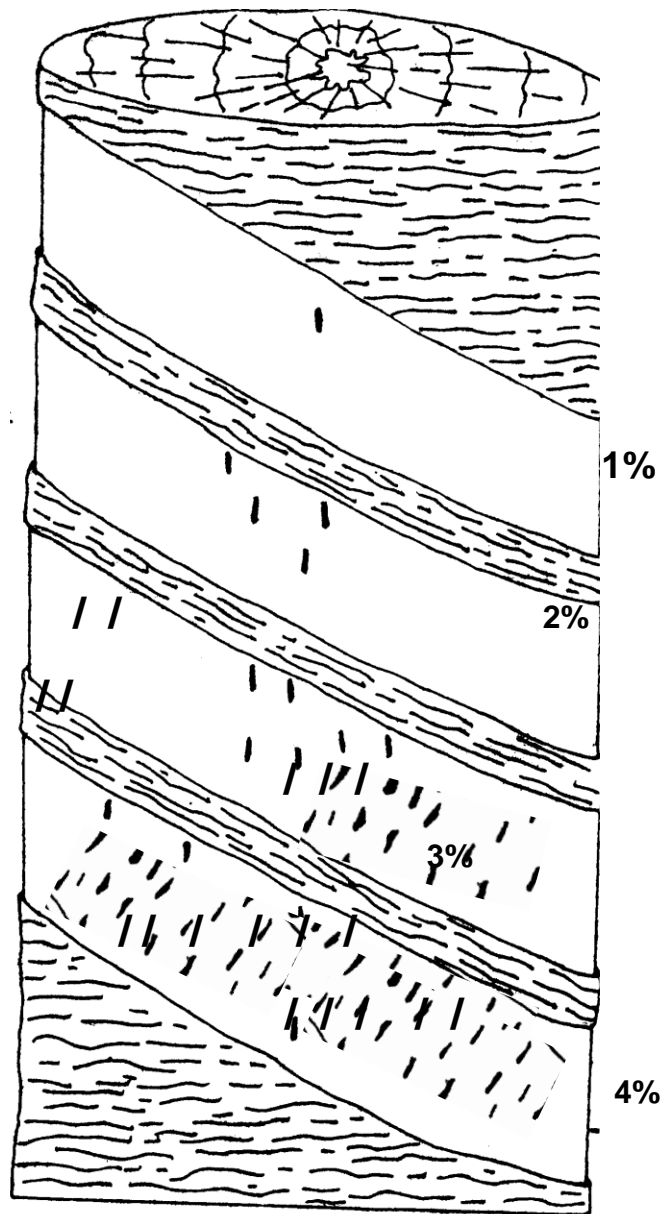


Figura 3. Escalas de severidad de raya negra en el panel de pica de Hule