

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONOMICAS

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

POR

ALFREDO ANTONIO PINEDA VASQUEZ

En el acto de investidura como

INGENIERO AGRÓNOMO

EN

SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA

EN EL GRADO ACADÉMICO DE

LICENCIADO

GUATEMALA, FEBRERO DEL 2006



DL
01
T(2325)

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA

RECTOR

Dr. Luis Alfonso Leal Monterroso

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

Decano	Dr. Ariel Abderraman Ortiz López
Secretario	Ing. Agro. Pedro Peláez Reyes
Vocal primero	Ing. Agro. Alfredo Itzep Manuel
Vocal segundo	Ing. Agro. Walter Arnoldo Reyes Sanabria
Vocal tercero	Ing. Agro. Danilo Ernesto Dardon Ávila
Vocal cuarto	M.E.P.U. Elmer Antonio Álvarez Castillo
Vocal quinto	P.M.P. Miriam Eugenia Espinoza Padilla

Guatemala febrero del 2006

Honorable Junta Directiva
Honorable Tribunal Examinador
Facultad de Agronomía
Universidad de San Carlos de Guatemala

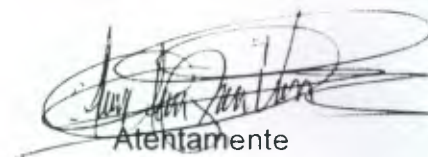
Señores representantes:

De conformidad con las normas establecidas en la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a su consideración el trabajo de tesis titulado:

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.

Presentado como requisito para optar al título de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola, en el grado académico de Licenciado.

Esperando merezca su aprobación, me suscribo de ustedes,



Ateñtamente

Alfredo Antonio Pineda Vásquez.

ACTO QUE DEDICO

A:

DIOS:

Por la vida, la salud, que me ha proporcionado hasta este momento, por haberme amparado en toda la adversidad, por guiar mis pasos, por la fortaleza y sabiduría para alcanzar mis metas, por la confianza que brindo a mi corazón para creer en el.

MIS PADRES:

Antonio Pineda Santos y Elva Corina Vásquez de pineda, gracias por sus consejos y por estar siempre conmigo, especialmente a mi mamá, para ella.

MIS HERMANOS:

Arnoldo, Moisés, Vidal, Juan José, Olaya, Elida, gracias por su apoyo.

MY CUÑADO Y CUÑADAS:

Nery Gonzáles, Otilia Arroyo, Margarita Moreno.

MIS ABUELOS:

Moisés pineda (Q.E.P.D.)
Aurelina Santos (Q.E.P.D.)
Leonardo Vásquez (Q.E.P.D.)
Julia González (Q.E.P.D.)
Homenajes a sus memorias.

MIS TIOS Y TIAS:

Anacleto, Aristides, Diego, Lucila, Ricarda pineda, Edmundo (Q.E.P.D.), Emigdio, Oscar, Petrona, Berta Vásquez, Bernardino Rodas. Con cariño y respeto.

MIS PRIMOS, PRIMAS:

Desearles éxitos en sus actividades.

MIS AMIGOS Y COMPAÑEROS:

Ricardo, Joel, Erick, Jorge Artemio, Ángel, Edgar, Jorge Luís, Elías, Axel, Carlos Manual, Luís Segura, Onofre, Rodrigo, Farley, y demás que permito no mencionar por temor a olvidar a alguno. Por apoyarme en los buenos y malos momentos de mi vida y carrera.

TESIS QUE DEDICO

A:

GUATEMALA, MI GRAN NACION

CHIQUIMULILLA, QUERIDO

SAN MARTIN, ALDEA ADORADA

GLORIOSA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

MI QUERIDA FACULTAD DE AGRONOMIA

MIS APRECIABLES ASESORES DE ESTE TRABAJO:

IGN. AGRO. JOSÉ HUMBRETO CALDERON

ING. AGRO. HENRY ESTUARDO ESPAÑA

AGRADECIMIENTOS

A:

Mis asesores, Ing. Agro. José Humberto Calderon Díaz., Ing. Agro. Henry Estuardo España Morales., por su aporte científico y su orientación en la realización de esta tesis.

El Dr. David Monterroso Salvatierra, por su apoyo en la realización de este trabajo.

Toda mi familia, amigos y compañeros, que brindan su apoyo.

A todos mis catedráticos y cada una de las personas que laboran en la Facultad de Agronomía, contribuyeron en mi formación académica, profesional, mis agradecimientos mas haya de las palabras.

CONTENIDO

	Paginas
INDICE GENERAL	viii
INDICE DE CUADROS	xi
INDICE DE FIGURAS	xii
RESUMEN	xiii
1 INTRODUCCIÓN	1
2 DEFINICION DEL PROBLEMA	3
3 MARCO TEÓRICO	4
3.1 Marco conceptual	4
3.1.1 Origen y distribución del hule	4
3.1.2 Clasificación taxonómica de la planta de hule	5
3.1.3 Descripción botánica del hule	5
3.1.4 Condiciones adecuadas para el hule	6
3.1.5 Principales enfermedades del hule	7
3.1.5.1 Mancha mohosa del panel	7
3.1.5.2 Clasificación taxonómica del hongo	9
3.1.5.3 Síntomas de la enfermedad	9
3.1.5.4 Medios de contagio	10
3.1.5.5 Métodos de control de la enfermedad	10
3.1.6 Mecanismos de acción de los productos químicos	11
3.1.6.1 Descripción de los productos químicos	12
3.1.7 Condiciones ambientales del área de trabajo	17
3.1.8 Tasa marginal de retorno	19

6.2.2	Productos que se usaron	31
6.2.3	Instrumentos que se usaron	32
6.3	Procedimiento para el desarrollo del experimento	33
6.4	Diseño del experimento.....	33
6.5	Unidad experimental	34
6.6	Tratamientos	34
6.7	Variables	34
6.7.1	Incidencia	34
6.7.2	Severidad	35
6.7.3	Análisis de datos.....	35
6.7.4	Análisis económico.....	35
6.7.4.1	Costo de fungicidas y/o control	36
6.8	Alcances	36
6.9	Limites	36
7.	RESULTADOS Y SU DISCUSIÓN	37
7.1	Incidencia	37
7.2	Severidad	40
7.3	Análisis económico	44
7.3.1	Efecto de los tratamientos sobre la producción	44
7.3.2	Efecto de los tratamientos sobre los costos	45
8.	CONCLUSIONES	49
9.	RECOMENDACIONES	51
10.	BIBLIOGRAFIA	52
11.	ANEXOS	54

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadros	pag.
1. Productos utilizados en el experimento	32
2. Tratamientos, productos y dosis utilizados en el experimento ..	34
3. Porcentaje de incidencia de mancha mohosa.....	37
4. Tasa de incremento de la incidencia de mancha mohosa.....	38
5. Porcentaje de severidad de mancha mohosa.....	41
6. Tasa de incremento de severidad de mancha mohosa.....	41
7. Producción de hule por tratamiento.....	44
8. Costos de producción de los tratamientos.....	45
9. Análisis de dominancia.....	46
10. Tasa Marginal de Retorno.....	47
11. Relación Beneficio/Costo.....	48

INDICE DE FIGURAS

Figuras	pags.
1. Humedad relativa	17
2. Temperatura.....	18
3. Precipitación	18
4. Comparación epidemiológica de la incidencia.....	39
5. Comparación epidemiológica de la severidad.....	43
6A. Ejemplo de toma de datos del porcentaje de área afectada por mancha mohosa en el panel de pica	55
7 A. Mapa de ubicación del experimento	56
8 A. Tamaño y forma de unidad experimental.....	57
9 A. Tamaño y arreglo de las unidades experimentales.....	58

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.

EVALUATION OF FIVE FUNGICIDES FOR *Ceratocystis fimbriata* Ellis & Halst CAUSING OF THE MOLDY STAIN SPOT CONTROL IN RUBBER (*Hevea brasiliensis* Mull. Arg.). PANEL IN SAN MIGUEL PANAN, SUCHITEPEQUEZ.

RESUMEN

En Guatemala, el cultivo de hule (*Hevea brasiliensis* Muell, Arg.) es de importancia económica por la demanda de hule natural para la elaboración de productos en la industria. La parte más importante del árbol de hule es el panel de pica, si este es bien manejado y protegido se asegura una buena y larga vida útil de los árboles. Es por ello debe efectuarse un buen manejo de la plantación; y crear la necesidad de que las áreas ya establecidas se tecnifiquen, con el objetivo de que el cultivo sea rentable, dentro de este proceso se debe contemplar el combate de las enfermedades. Uno de los problemas más serios en el país lo ocasiona la Mancha Mohosa (*Ceratocystis fimbriata* Ellis & Halst), la cual se desarrolla especialmente en época lluviosa en áreas donde la humedad relativa es alta, disminuyendo los rendimientos, debido a la obstrucción del sistema laticífero, y que además causa la destrucción del cambium evitando la normal regeneración de la corteza.

Debido a lo anterior descrito, este estudio tiene la finalidad de evaluar cinco tratamientos utilizando fungicidas para reducir la incidencia y severidad de mancha mohosa y mantener la producción y calidad de látex en época lluviosa. El procedimiento para la aplicación de los tratamientos se llevaron a cabo directamente al panel de pica utilizando un total de 20 ml de la

solución por árbol cada siete días. Se tomaron cuatro lecturas basándose en el porcentaje de efectividad de cada tratamiento, la primera, siete días antes de iniciar las aplicaciones, y las tres restantes treinta días después de cada lectura.

Para interpretar el efecto de los programas fungicidas con respecto a la enfermedad se evaluaron las siguientes variables: Incidencia. Se estimó tomando los 384 árboles como el 100%, luego se contó el número de árboles afectados para calcular el porcentaje. Severidad. Según la Gremial de Hueleros de Guatemala expone que en base a una escala diagramática se realizaron las lecturas del área afectada. Para realizar el análisis los datos se utilizó la comparación de epidemias utilizando el modelo siguiente $r = 2.3/t_2 - t_1 (\log X_2/1 - X_2 - \log X_1/1 - X_1)$, donde "r" es la tasa de incremento de la enfermedad.

Se estimó que el tratamiento Hexaconazol es el que tiene la menor tasa de incremento de incidencia 0.19 % y severidad 0.053 % es decir el menor número de árboles y área afectados por la mancha mohosa.

Se recomienda utilizar para el manejo y control de la mancha mohosa (*Ceratocystis fimbriata*), utilizar hexaconazol a razón de 25 – 35 ml/16 L de agua, en aplicaciones de cada siete días, durante la época lluviosa, debido que reduce la incidencia y severidad de la enfermedad. Realizar una rotación con los tratamientos Benomyl, Carbendazim y mancozeb para reducir la posibilidad de presión de selección de individuos resistentes al ingrediente activo de un solo fungicida.

1. INTRODUCCIÓN

En Guatemala, el cultivo de hule (*Hevea brasiliensis* Muell, Arg.) es de importancia económica por la demanda de hule natural para la elaboración de productos en la industria.

Para la explotación de una plantación de hule debe de transcurrir un periodo de tiempo, de 5 a 7 años, a partir de la siembra. El árbol se desarrolla hasta formar una copa que incrementa el área foliar, lo que a su vez permite un crecimiento del tronco, tanto en altura como en circunferencia. Al aumentar su circunferencia, ayuda el desarrollo de la corteza dentro de la cual se encuentra el tejido laticífero, responsable de la producción de látex.

La parte más importante del árbol de hule es el panel de pica, si este es bien manejado y protegido se asegura una buena y larga vida útil de los árboles. Es por ello debe efectuarse un buen manejo de la plantación; y crear la necesidad de que las áreas ya establecidas se tecnifiquen, con el objetivo de que el cultivo sea rentable, dentro de este proceso se debe contemplar el combate de las enfermedades. Uno de los problemas más serios en el país lo ocasiona la Mancha Mohosa (*Ceratocystis fimbriata* Ellis & Halst), la cual se desarrolla especialmente en época lluviosa en áreas donde la humedad relativa es alta, disminuyendo los rendimientos, debido a la obstrucción del sistema laticífero, y que además causa la destrucción del cambium evitando la normal regeneración de la corteza.

Para el manejo y control de las enfermedades de la corteza del panel de pica se utilizan fungicidas de protección o de ataque a los microorganismos que producen estas enfermedades. El presente estudio evaluó diferentes tratamientos de fungicidas. El tratamiento donde se utilizó Hexaconazol es el que tiene el menor incremento de árboles afectados por la enfermedad con un

0.19 %, es decir que por cada 100 árboles afectados, se están infectando 0.19 árboles nuevos cada día. El tratamiento Mancozeb es otro de los que mejor controla la incidencia con un incremento de árboles afectados de 0.30 %, sigue el tratamientos Benomyl con 0.68 %, luego esta Carbendazim que tienen un incremento de 0.8 %, los tratamientos que tienen un mayor incremento de la enfermedad durante el tiempo de estudio son: Sin Control con 0.99 % y Captafol con 1.44 % de incremento por día. Esto nos indica que para el control de árboles de hule afectados por mancha mohosa, es recomendable utilizar Hexaconazol debido a que con este tratamiento se logra un menor porcentaje de árboles afectados, en comparación con los otros tratamientos.

Los tratamientos Benomil, Carbendazim, y Mancozeb, mantienen un control del incremento de árboles afectados por mancha mohosa los cuales no excede a 1.06 en la incidencia de la mancha mohosa. El tratamiento Hexaconazol es el que mejor controla la enfermedad por que alcanza un equilibrio de control en 1.03 en la incidencia de la mancha mohosa. Lo que indica que los productores de hule natural deben utilizar Hexaconazol para el control de la incidencia de árboles afectados por mancha mohosa.

La investigación determina que el hexaconazol es el fungicida de mayor efectividad para el control de la mancha mohosa (*Ceratosistis fimbriata*) tanto en incidencia como en severidad.

2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

En la zona sur Occidental de Guatemala el, municipio de San Miguel Panan, departamento de Suchitepequez, La incidencia y severidad de la mancha mohosa (*Ceratocystis fimbriata* Ellis & Halst) se debe que es una zona con alta precipitación (4000 mm anuales distribuidos en 140 días de Mayo a Octubre) y el mal manejo del panel de pica incrementa la incidencia en 0.99 por ciento al día y la severidad se incrementa en 1.6 por ciento del panel de pica al día, sin utilizar control de Mancha Mohosa (*Ceratocystis fimbriata* Ellis & Halst) provocando una baja de la producción, tasa reducida de regeneración de la corteza y de no efectuarse un manejo adecuado puede destruir totalmente el panel de pica (6).

El cultivo de hule ocupa un lugar muy importante en la economía del país, proporcionando a la vez fuente de trabajo. Sin embargo a pesar de su importancia socioeconómica, no se han realizado estudios sistémicos de los problemas fitopatológicos que afectan el cultivo, los cuales reducen considerablemente la producción. Debido a lo anterior se hace necesario el estudio del efecto de funguicidas para reducir la incidencia y severidad del hongo y poder alcanzar el nivel de producción de látex necesario.

Debido a lo anterior descrito, este estudio tiene la finalidad de evaluar cinco tratamientos utilizando funguicidas para reducir la incidencia y severidad de mancha mohosa y mantener la producción y calidad de látex.

3. MARCO TEORICO

3.1. MARCO CONCEPTUAL

3.1.1 Origen y distribución del hule

Gularte, A.L. indica que el hule (*Hevea brasiliensis* Muell, Arg.) es originario de la cuenca del Río Tapagos, cerca de la confluencia con el Río Amazonas (11).

Durante mucho tiempo Brasil evito que saliera de su territorio una semilla de árbol de hule, hasta que en 1875 después de varios intentos infructuosos, un ingles logro sacar gran cantidad de semilla, las cuales fueron sembradas en invernaderos de Londres, para que posteriormente se establecieran plantaciones en el Oriente de esa parte del mundo, en las regiones de Ceilán, Malasia, Sumatra, Java, Indochina y otras regiones (11).

Ovalle Valdez (1975), menciona que debido al desarrollo de la industria consumidora de hule, en las ultimas décadas del siglo XIX y a la constante tendencia de alza en los precios en el mercado internacional, en Guatemala se promulga la ley que facilita la adquisición de tierras destinadas al cultivo de hule de castilla (*Castilloa elastica*, Cervantes) el cual es completamente diferente al hule (*Hevea brasiliensis* Muell, Arg.) (15).

Según Estrada Nicol (1979), hasta 1965 se había plantado un total de 4,284,487 árboles de hule que abarcaban una extensión de 10,543.9 hectáreas. Datos mas recientes obtenidos en la Gremial de Huleros indican que hasta 1991 existían sembradas 30,000 hectáreas, libre de las siembras recientes que no están registradas, en 348 diferentes plantaciones (5).

3.1.2 La clasificación taxonómica de la planta de hule es la siguiente

Según Agrios (1988) en su obra titulada "Fitopatología" (1).

Reino:	Vegetal
Sub-reino:	Embryobionta
División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Subclase:	Rosidae
Orden:	Euphorbiales
Familia:	Euphorbiaceae
Género:	Hevea
Especie:	(<i>Hevea brasiliensis</i> Muell, Arg.)

3.1.3. Descripción botánica del hule (*Hevea brasiliensis* _Muell, Arg.)

Según Agrios (1988) en su obra titulada "Fitopatología", 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 30 cm 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 35 cm de largo y de 2.5 a 12.5 cm 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 campánulado con cinco segmentos angostamente triangulares. En la flor masculina hay diez estambres, ellos están conatos formando una columna con las anteras en dos hileras

superpuestas (1).

Las flores femeninas son más grandes que las masculinas, el ovario es corto, pubescente y de tres celdas estigmas gruesas, cortos sésciles.

Los frutos son grandes, comprimidos obtusamente trilobados, rara vez en cuatro a seis lóbulos de 3 a seis cm de diámetro y separados en tres, cuatro a seis bayas de dos vulvas, el pericarpio es coreáceo, en el endocarpio leñoso, las semillas son grandes cuadrangulares ovoides, comprimidas en uno de los lados, brillantes de color café oscuro y son de 2 a 2.5 cm de grueso. El látex se encuentra en unos tubos lactíferos que se encuentran en la parte exterior del cambium y la parte joven interna de la corteza. Se calcula aproximadamente el diámetro de estos tubos lactíferos en 38 micras (1).

3.1.4. Condiciones ecológicas adecuadas para el cultivo del hule

Según Agrios (1988) en su obra titulada "Fitopatología", afirma que el árbol de hule (*Hevea brasiliensis* Muell, Arg.) tiene un mejor desarrollo en regiones donde la precipitación pluvial está distribuida durante todo el año, oscilando entre 2000 a 4000 mm de lluvia por año. La temperatura mínima es de 20 grados centígrados y una máxima de 35 grados centígrados y una luminosidad de 4 a 5 horas al día como mínimo. Los suelos deben de ser fértiles con una profundidad mínima de 1.5 m y exentos de piedra, los terrenos deben de ser planos o ligeramente ondulados, sin embargo se pueden establecer plantaciones con pendientes de 25 grados, realizando practicas de conservación de suelos. El hule crece muy bien en alturas que van de los 183 a los 610 msnm, ya que es aquí donde reúne las condiciones adecuadas para ser un cultivo rentable (1).

3.1.5 Principales enfermedades que afectan al cultivo del hule

Según Agrios (1988) en su obra titulada "Fitopatología" (1).

- a) Enfermedad sudamericana de la hoja cuyo agente patógeno es el hongo *Microciclus ulei*.
- b) Pudrición en hojas terminales, la cual presenta como patógeno el hongo *Colletotricum*.
- c) Enfermedad rosada (pink disease) el cual presenta como patógeno el hongo *Corticium salmonicolor*.
- d) Antracnosis, el cual presenta como patógeno el hongo *Glomerella cingulata*.
- e) Pudrición mohosa que presenta como patógeno al hongo *Ceratocystis fimbriata* Ellis & Halst.
- f) Liber Moreno (*Brown Bast*) la cual se trata de una enfermedad fisiológica.
- g) Cáncer en el tronco y muerte de los brotes, causado por el patógeno *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*.

3.1.5.1. Mancha mohosa del panel de pica

Según Agrios (1988) en su obra titulada "Fitopatología" 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, principalmente por su ataque se centra en la obstrucción de los vasos lactíferos, además disminuye la vida útil del árbol porque deforma el panel de pica y de esta manera hace muy difícil que la corteza se regenere normalmente (1).

Es una enfermedad seria del panel de pica, durante las estaciones húmedas en áreas donde la

atmósfera es continuamente húmeda, su causa es debida al hongo ascomiceto (*Ceratocystis fimbriata* Hellis & Halst) y que se encuentra en muchos campos tropicales templados. Los hongos prosperan en cualquier medio que les proporcione las condiciones adecuadas de crecimiento: en el suelo, en los restos vivos y muertos de animales y plantas, y otras materias orgánicas como los alimentos y cueros. Su proliferación como la de otros organismos se ve afectada por la temperatura, la humedad, el pH ácido y la provisión de oxígeno.

Según Galdámez (1984) en su tesis titulada "Distribución e importancia de la Mancha Mohosa (*Ceratocystis fimbriata* Hellis & Halst) en el control del panel de pica del hule (*Hevea brasiliensis* Muell, Arg.) en la zona sur-occidental de Guatemala, cita que los hongos crecen sobre una amplia escala de temperatura, aunque la mayoría de las especies se encuentra entre los 22 a los 30 grados centígrados. (*Ceratocystis fimbriata* Hellis & Halst) pertenece a la familia Ophiostomaceae, orden Microascales de la clase Ascomicetos. En el género *Ceratocystis* las distintas especies pueden tener estados conidiales enteramente diferentes y no solo esto, sino que la misma especie puede producir dos clases de conidios que no guardan entre sí ninguna similitud. (*Ceratocystis fimbriata* Hellis & Halst) es una especie que produce endoconidios. Cuando se va a formar un conidio, el protoplasma en el extremo de la hifa segrega una segunda pared en la hifa, y forma conidios que van quedando en libertad uno después de otros, desde el extremo del tubo final. Lo expresado anteriormente hace que muchos de los géneros que se ubican en esta clase, coincidan con la fase asexual de los Deuteromicetos (imperfectos); excepto que estas pocas veces producen esporas de carácter sexual. En la mayoría de los Ascomicetos la fase asexual o imperfecta es la que se encuentra con frecuencia y a la vez es la fotogénica en plantas enfermas; esta constituida por conidios y esporas inmóviles formados sobre conidioforos libres o bien sobre cuerpos fructíferos asexuales denominados picnidios, acervuelos y esporodoquios que son estructuras comunes para los Deutoromicetos, presenta peritecios superficiales, globosos de color café o

negro. Ascosporas elípticas con vaina parecida a un anillo, tomando en apariencia forma de sombrero, hialinas sin septas, lisas de 4.5 a 8 por 2.6 a 5.5 micras. Conidios cilíndricos hialinos de pared lisa de 11 a 25 por 4 a 5.5 micras. Las clamidosporas nacen en cadenas terminales de forma ovoide a ovals de pared gruesa de 9 a 18 por 1.3 a 6 micras. Estas características son de la fase asexual pudiendo corresponder a los géneros: Chalara, Thielaviopsis, Graphium y otros (9).

3.1.5.2 Clasificación taxonómica del hongo (*Ceratocystis fimbriata* Hellis & Halst)

Según Agrios (1988) en su obra titulada "Fitopatología" (1).

Clase:	Ascomycetes
Sub-clase	Euascmycetes
Orden:	Sphaeriales
Familia:	Ophiostomataceae
Genero:	Ceratocystis
Especie:	(<i>Ceratocystis fimbriata</i> Ellis & Halst)

3.1.5.3. Síntomas de la enfermedad mancha mohosa del panel de pica

Según Cruz (1990) en su tesis titulada "Evaluación de doce programas fungicidas en el control de la mancha mohosa (*Ceratocystis fimbriata* Hellis & Halst) en el tablero de pica del hule (*Hevea brasiliensis* Muell, Arg.)" cita que esta se manifiesta en forma de ligeras depresiones y manchas descoloridas suavemente deprimidas de 0.5 a 2.0 cms. Localizadas arriba del corte de pica, las cuales se tornan de color oscuro hasta ser cubiertas por un moho de color blanco grisáceo. Conforme avanza la infección estas manchas se diseminan a todo lo largo del nivel de pica, los tejidos corticales se mueren rápidamente y se pudren provocando una infección que se expande completamente en término de 3 a 4 semanas, dando la impresión de haberse practicado una mala pica. Está establecido que la enfermedad cierra los vasos lactíferos, bajando por consiguiente el

rendimiento normal de látex y en pocas semanas destruye casi totalmente el tablero de pica si no se controla la mancha mohosa (*Ceratocystis fimbriata* Hellis & Halst) (3).

3.1.5.4 Medios de contagio de la enfermedad

Cruz (1990) cita que 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 (3).

3.1.5.5 Métodos de control de la enfermedad

Según Cruz (1990) (3) en su tesis titulada "Evaluación de doce programas fungicidas en el control de la mancha mohosa (*Ceratocystis fimbriata* Hellis & Halst) en el tablero de pica del hule (*Hevea brasiliensis* Muell, Arg.)" menciona los siguientes:

a) Control cultural

Se mencionan algunas medidas que se deben tomar para contrarrestar el daño provocado por *Ceratocystis fimbriata* Ellis & Halst.

Desinfección de las cuchillas de pica utilizando para ello formalina al 10%, suspender la pica durante la época lluviosa, si el ataque a sido muy severo se pueden dejar dos pulgadas sin picar y se realiza una nueva apertura abajo y llevar un buen control de malezas que eviten condiciones favorables a la humedad.

b) Control químico

Dependiendo del grado de infección pueden hacerse aplicaciones de Bavistin + Poliram, Benlate + Captafol y Derosal 500.

c) Control genético

La utilización de clones resistentes puede ayudar a contrarrestar la enfermedad del panel de pica.

Tipos de clones IAN 710, IAN 873, IAN 713. Aunque en nuestro medio es poco lo que se ha hecho para contrarrestar la enfermedad para el control genético.

3.1.6. Mecanismos de acción de los compuestos químicos que se utilizan en el control de la enfermedad

Según Estrada (1979) en su tesis titulada "Análisis agropecuario del cultivo del hule (*Hevea brasiliensis* Ellis & Halst) en Guatemala y sus perspectivas para su desarrollo agrícola en zona norte de Guatemala" cita que la mayoría de los compuestos químicos se aplican directamente sobre el patógeno (fungicidas de contacto) y son efectivos solo como sustancia protectora a nivel de los puntos de entrada de estos últimos. Dichos compuestos inhiben la síntesis de algunas sustancias de la pared celular del patógeno, actúan como disolventes de sus membranas (dañándolas de esta forma), forman complejos con algunas de sus coenzimas esenciales (inactivándolas de esta manera) o bien, inactivan sus enzimas produciendo así la precipitación general de sus proteínas (5).

Los fungicidas sistémicos y antibióticos son absorbidos por el hospedero y traslocados por su interior y muestran gran efectividad sobre los patógenos en el sitio de infección. A estos compuestos químicos se les denomina compuestos quimioterapéuticos, y al control de las enfermedades de las plantas con estos compuestos se le denomina quimioterapia. Una vez que entran en contacto con los patógenos, los compuestos quimioterapéuticos los afectan como los afectan los compuestos químicos no sistémicos, pero los fungicidas sistémicos son mucho más

específicos debido que al parecer, solo afectan a una función del patógeno, mas que a varias de ellas. Debido a esto ya se han formado varias razas patógenas resistentes a cualquiera de esos fungicidas sistémicos (5)

Según Galdámez (1984) en su tesis titulada "Distribución e importancia de la mancha mohosa (*Ceratocystis fimbriata* Ellis & Halst) en el control del panel de pica del hule (*Hevea brasiliensis* Muell, Arg.) en la zona suroccidental de Guatemala" cita que Stambaugh en 1,954 descubrió que en los cultivos, el intervalo entre 18 y 24 grados centígrados es la temperatura óptima para la producción de peritecios. Los hongos de la familia Ophiostomatoceae se reconocen fácilmente por sus peritecios superficiales, o solo en parte inmersos en sus bases globosas y sus cuellos muy elongados, que alcanzan una longitud varias veces superior a su diámetro y termina en extremo deflecado. Las paredes de la asca se gelatinizan pronto dentro del peritecio y las Ascosporas son exudadas a través del largo ostiolo envueltas en una mucosidad que forma una gotita en la abertura ostiolar. Las Ascosporas varían de forma ovooidal a semilunares; algunas tiene forma de sombrero. En los Ascomicetos el micelio es tabicado, es decir que está dividido en tabiques transversales, y la célula, huevo o asca al madurar forma en su interior un número generalmente fijo de células hijas llamadas ascosporas (9).

3.1.6.1 Descripción de los productos químicos utilizados

Según el Manual de Agroquímicos de la FAUSAC, Fitopatología II 2003 (7).

A. Captafol

Nombre Técnico N-TRIHALOMETIL(THIO).

Nombres comerciales	Crisfolatan, Foltaf, Haipes, Mycodifol, Sarspor, Helio, Quifolatan
	Nombre químico: N-((1,1,2,2,-Tetrachloroetil) thio)-4-ciclohexano-1,2-dicarboximida.
Denominación Química	N - [(1,1,2,2-Tetracloroetil) Thio]-4-ciclohexano-1,2-Dicarboximida.
Grupo al que pertenece	Carboximidias.
Casa de lo produce	Velsimex, S.A. de C.V., Rallis India, All-India Medical.
Tipo de Compuesto	Es una sustancia que pertenece a un grupo heterogéneo, denominado compuestos heterocíclicos.
Formulación	DP80%, WP 80%
Solubilidad	Soluble en agua 1.4 mg/Lt a 20 °C y ligeramente soluble en la mayoría de solventes orgánicos.
Aspecto	Polvo blanco.
Modo de Acción	Inhibe la síntesis de compuestos esenciales que tienen los grupos -NH ₂ y -SH (aminoácidos y enzimas) por lo tanto inhiben síntesis de proteínas.
Toxicología	Clase IV Oral: DL50 (ratas)5,000-6200 Mg / Kg de peso. Dermal y Ocular: DL50 para conejos > 15,400 mg/kg. Toxico para animales acuáticos.
Dosis de Aplicación	1.6 kg ia/Ha,

B. Benomyl

Nombre Técnico Benomil

Nombres Comerciales	Benex, Benlate, Benor, Fundosol, Gilomyl, Piralbel, Romil.
Nombre químico	Methyl I- (Butylcarbamoil)-2 benzimidazol carbamato
Grupo al que pertenece	Benzimidazoles.
Tipo de Compuesto	Alquilditiocarbamato benzimidazoles.
Aspecto	Sólido blanco cristalino.
Formulación	OP 50%, WP 50& polvo mojable, 500 grs i. a./kg.
Toxicología	Oral: DL50 (rata), >10,000 Mg / Kg de peso. Dermal: DL50 (conejos), >10,000 Mg / Kg.
Acción	Fungicida sistémico protectante y curativo. Actúa inhibiendo la proteína tubulina que es un componente vital de las células para la división celular.
Dosis de aplicación	Aplicar de 250 – 500 grs de i a/Ha; o 25 – 50 grs de i a/100 Lt de agua.
Casa que lo producen	Du Pont , Aragonesas, Agro-Chemie, CAC, Gilmore, Jiangsu. Sinon.

C. Carbendazim

Nombre Técnico	Carbendazim.
Nombres Comerciales	Aimcozim, Carbendazim, Bavistin, Corbel, Konker, Bendazim, Carbendor, Cekudazim, Delsene, Derosal.
Nombre químico	2-(Metoxicarbomilamino)-benzimidazol.
Grupo al que Pertenece	Benzimidazoles.
Casas que lo produce	AgrEvo, BASF, Du Pont.
Tipo de Compuesto	Muestra selectividad tóxica de especies.

Aspecto	Polvo o líquido de color blanco a gris, casi sin olor.
Modo de Acción	Fungicida sistémico con acción protectante y curativa. Se absorbe a través de las raíces y los tejidos verdes, con translocación acropetala. Actúa inhibiendo el desarrollo de los tubos germinativos, la formación de los apresos ríos, y el crecimiento del micelio; inhibiendo también la síntesis de beta-tubulina.
Toxicología	Oral agudo: DL50 (rata macho) > 15,000 mg/Kg. Dermal agudo: DL50 > 2000 mg/Kg.
Dosis de Aplicación	La dosis de aplicación varía de 120 a 600 gr i a/Ha.

D. Mancozeb

Nombre Técnico	Mancozeb.
Nombres Comerciales	Mancozeb, Mancozébe, Manzeb, Dithane M-45, Fore, Mancofol, Manzate 200, Manzini 80, Nemispor, Manzate 43 SC.
Denominación Química	Manganeso etileno bis(dithiocarbamato) polimérico complejo con sal de Zinc.
Familia Química	Dithiocarbamatos.
Tipo de Compuesto	Fungicida protectante de contacto.
Casa que lo Producen	Akzo, All-India Medical, Cristal, Du-Pont, Rohm & Haas, ELF-Atochem.
Solubilidad	Soluble en agua de 6 a 20 mg/l, es insoluble en la mayoría de compuestos orgánicos.
Aspecto	Polvo de color amarillo y polvo de color gris a amarillo.

Toxicología Oral Agudo DL50 >5000 mg/Kg. Dermal DL50 > 10000mg/Kg.

Dosis de Aplicación 897.45 gr i a/Ha.

E. Hexaconazol

Nombre Técnico Hexaconazol.

Denominación Química (RS)-2-(2,4-diclorofenil)-1-(1H-1,2,4-triazol-1-yl)-hexan-2-ol.

Familia Química Triazoles.

Nombres Comerciales Amizol, Deviconazole, Canvil, Anvil, Planete, Aster, Contaf.

Casa Comercia Syngenta, Pazchem Ltd., Krishi Rasayan Exports Pvt. Ltd., Sharda Intenational, HuifengrBiochemical Co. Ltd.

Tipo de Compuesto Es un triazol, usado como un funguicida preventivo y curativo.

Solubilidad En agua.

Aspecto Sólido blanco cristalino.

Formulaciones OL, 21%, 30% y 77&EC y 5% WP; LS 27%, 30% y 37.5%.

Modo de Acción El hexaconazol es una tras locación translaminar sistémico a través del xilema, inhibe la demilitizacion del lanoesterol en el proceso de la biosíntesis del ergosterol de hongos ascomycetes, Deutoromycetes y basidiomycetes.

Toxicología Clase IV: Oral: (rata) DL50 6071 mg/Kg.

Dermal: (rata) DI50 > 2000 mg/Kg.

Dosis de aplicación 35 a 50 gr i a/Ha.

3.1.7 Condiciones ambientales del área donde se realizó el estudio

En la figura 1, se muestran los porcentajes de humedad relativa promedios mensuales obtenidos de la estación Chohoja (12), en donde se observa que los meses de agosto – octubre existe un mayor porcentaje de humedad, debido a que estos meses es cuando se dan precipitaciones altas, mientras que los meses de marzo y abril se registran los menores porcentajes debido a la escasa o nula precipitación.

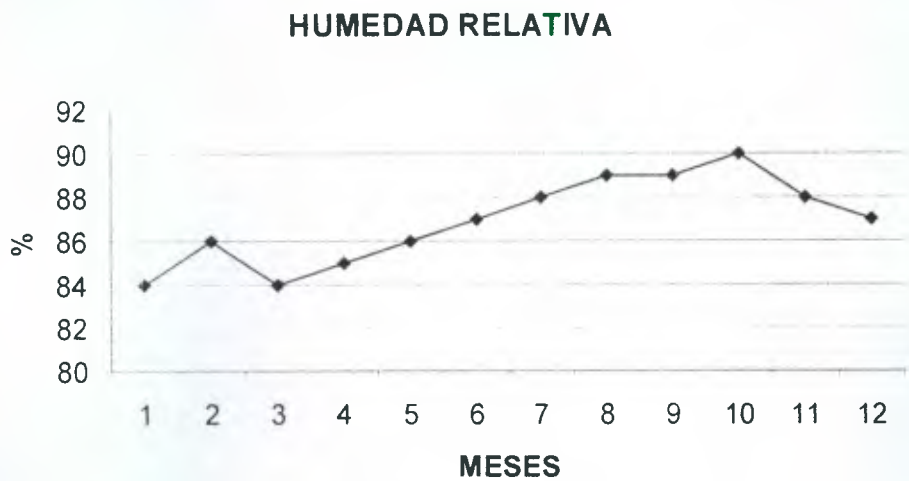


Figura 1. Humedad relativa del área de estudio

Según la figura 2, los rangos de temperatura media mensual en los meses de julio hacia abril la temperatura se mantienen dentro de un intervalo de 25 a 26.5 grados centígrados, lo que favorece el desarrollo de patógenos.

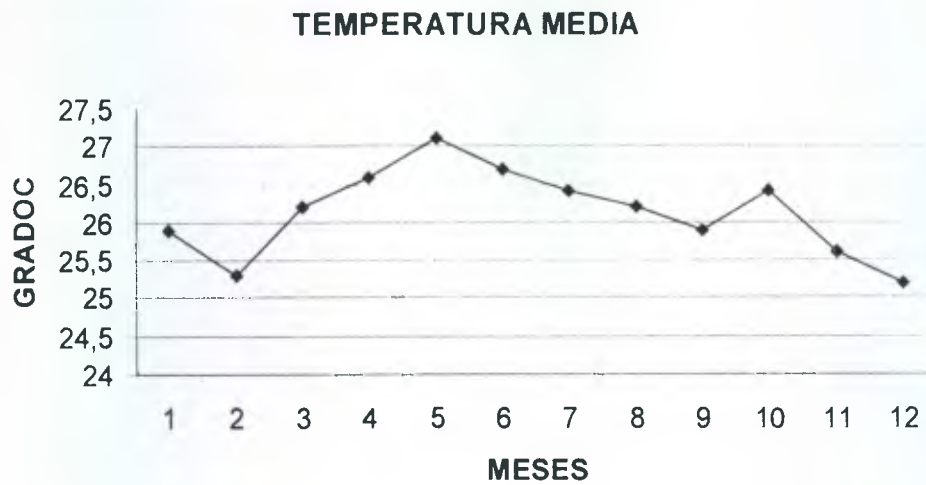


Figura 2. Temperatura del área

Según la figura 3, se representa una variabilidad en los datos registrados de precipitación, debido a que las épocas lluviosas en nuestro medio son eventuales y cambian constantemente de un mes a otro.

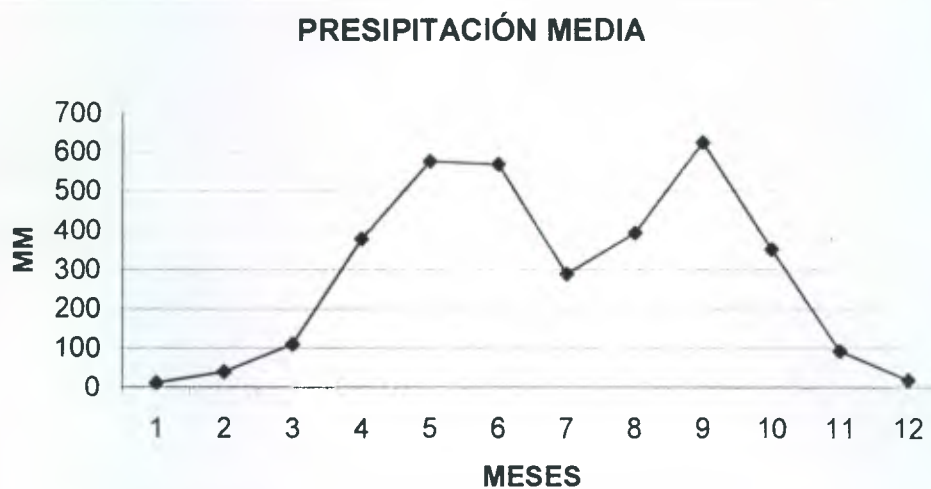


Figura 3. Precipitación en mm.

3.1.8 Tasa Marginal de Retorno (TMR)

3.1.8.1 Análisis Marginal

Este tipo de análisis se basa en el concepto de la utilidad que genera la última unidad producida, para esto es necesario saber el costo de la última unidad producida y el ingreso generado por esta.

Este análisis se recomienda generalmente cuando se quiere hacer recomendaciones al agricultor y se utiliza cuando las fuentes de variación (alternativa de producción), en el experimento se enfocan hacia cantidades de insumos y/o mano de obra; por ejemplo distintas cantidades de insecticidas, funguicidas y densidades de población etc., además se recomienda cuando son muchos los tratamientos. No obstante, el buen juicio agronómico y el análisis estadístico llevarán a una decisión respecto a las diferencias de rendimiento entre los tratamientos de un experimento.

Si el investigador duda que existan diferencias reales de rendimiento, se comparan los costos variables totales de cada tratamiento y lógicamente se prefiere el de menor costo, si por el contrario se tiene certeza en que las diferencias observadas representan diferencias reales entre los tratamientos, deberá entonces efectuarse un análisis marginal completo (2, 17).

3.1.8.2 Presupuesto Parcial

El presupuesto parcial se utiliza para ordenar datos experimentales tales como las medias de rendimiento de cada tratamiento, así como el precio del producto, el cual multiplicado por el rendimiento promedio dará el Beneficio Bruto. Además debe aparecer el Costo Variable, el cual

está integrado por lo que se gasta en insumos o mano de obra y la suma de ambos será el costo variable total.

El presupuesto parcial finaliza obteniendo la diferencia entre el Beneficio Bruto y el Costo Variable Total, lo que dará el Beneficio Neto (2, 17).

3.1.8.3 Análisis de Dominancia

Una vez obtenido el Beneficio Neto se procede a ordenar los tratamientos colocando los beneficios netos de mayor a menor con su respectivo costo variable, luego se procede a comparar cada una de las alternativas tomando como comparador el costo variable, procedimiento a aceptar todas aquellas alternativas con un menor costo variable y eliminando aquellas con costo variable igual o mayor. La comparación dará como resultado obtener alternativas dominadas y no dominadas. Las alternativas dominadas serán eliminadas por tener un costo variable igual o mayor y las no dominadas (ND) pasaran al análisis marginal para calcular la tasa marginal de retorno (2, 17).

3.1.8.4 Tasa Marginal de Retorno (TMR)

La tasa marginal de retorno se basa en las estimaciones del rendimiento derivados de los ensayos agronómicos y distintos costos. Además la TMR compara con una tasa mínima de retorno la cual constituye solo una aproximación de los objetivos que el agricultor persigue al hacer una inversión.

Cuando la tasa marginal de retorno indica lo que el agricultor puede esperar ganar, el promedio, con su inversión, cuando cambiar una practica (o conjuntos de practica) por otra.

Para calcular la TMR se produce a ordenar las alternativas no dominadas resultante del análisis de dominancia, tal y como se colocan en el análisis anterior, o sea, de mayor a menor beneficio neto con su respectivo costo variable, luego se procede a dividir el incremento de Beneficio Neto entre el incremento en Costo Variable y se multiplica por cien, como la formula siguiente (2, 17).

$$TMR = \frac{\Delta BN}{\Delta CV} \times 100$$

3.1.9 Modelos generales para la interpretación de la dinámica de las enfermedades en plantas.

La epidemiología vegetal es la parte de la fitopatología que estudia la población de patógenos en o cerca de la población de hospedantes (plantas de cultivos, plantas forestales, etc.), la enfermedad resultante de la interacción de estas dos poblaciones con el ambiente y la interferencia humana (14).

De manera general se puede decir que se tiene que trabajar con tres poblaciones: hospedantes, patógenos y plantas enfermas.

El estudio individual de los patógenos es de suma importancia, ya que estos podrían indicarnos como se comporta la planta enferma en la población de hospedantes, si un patógeno infecta al hospedante a través del suelo; como por ejemplo, bacterias y hongos que causan desordenes vasculares y radicales, esto provocara una determinada distribución de las plantas enfermas en el campo; mientras que si el patógeno infecta al hospedante de forma localizada,

pero sus productos de reproducción están expuestos a factores externos, como el viento o la lluvia, entonces su forma de distribución en el campo será diferente. Es indudable que el ambiente y la interferencia humana influirán en la velocidad de crecimiento de la epidemia (14).

En función de este análisis podemos decir que existen dos tipos de crecimiento poblacional de las enfermedades o epidemias: (a) las epidemias de ciclo simple ocasionadas por patógenos que provocan desordenes vasculares y radicales y (b) las epidemias de ciclo múltiple ocasionadas por patógenos cuyo inoculo puede ser trasladado de planta en planta por efectos externos.

Antes de analizar los tipos de crecimientos, es importante indicar los factores que pueden afectar el curso de una epidemia, aunque estos pueden ser muchos, se mencionan aquellos mas importantes:

- a) la cantidad inicial del inoculo o inoculo primario;
- b) la tasa de crecimiento de la enfermedad en la población de plantas;
- c) el tiempo durante el cual la enfermedad puede progresar, y
- d) el numero de plantas disponibles para ser atacadas.

La epidemiología se transformo en un método cuantitativo con los trabajos de Van der Plank (1963), este autor hace una relación entre la forma de crecimiento de las enfermedades y el crecimiento del capital en el interés compuesto, así en este ultimo la ecuación del capital es:

$$C_f = C_i e^{it}$$

Donde: C_f =capital final; C_i =capital inicial; e =constante; i =interés compuesto, t =tiempo.

Para nuestro caso se puede aplicar en términos de las variables que nos interesan de la siguiente manera:

$$X_f = X_i e^{rt}$$

Donde: X_f =proporción de enfermedades en el modelo actual, X_i =proporción inicial de la enfermedad, es decir, inóculo primario activo o proporción de la enfermedad en el momento de inicio del estudio; e =constante matemática; r =tasa de incremento de la enfermedad; t =tiempo.

Se puede medir o estimar la cantidad de enfermedad en el campo tanto en el inicio de la epidemia como en el momento de interés, el tiempo también es determinante. Con estos datos y utilizando la ecuación anterior podemos estimar la tasa de crecimiento de la enfermedad, así:

$$r = \frac{1}{t_2 - t_1} (\log_e \frac{X_2}{1 - X_2} - \log_e \frac{X_1}{1 - X_1})$$

$t_2 - t_1$ es el tiempo entre la primera y segunda lectura.

Para poder trabajar esta ecuación con logaritmos base 10 se usa otra constante 2.3 y la ecuación será:

$$r = \frac{2.3}{t_2 - t_1} (\log \frac{X_2}{1 - X_2} - \log \frac{X_1}{1 - X_1})$$

Esta ecuación nos permite obtener la tasa teórica del crecimiento de una epidemia de ciclo múltiple, puesto que el inóculo está cambiando constantemente y vamos a tener con cada nueva infección una nueva fuente de inóculo (14).

Por el contrario, en el caso del crecimiento de una epidemia de ciclo simple, este será de orden progresivo; pero, el inoculo presente en el suelo al principio del cultivo permanece como única fuente durante la permanencia de la población de plantas en el ciclo del cultivo. Por ejemplo, el numero de plantas marchitas por *Fusarium oxysporum f. sp. Lycopersici* no es causada precisamente por la diseminación del hongo de una planta a otra, las plantas que se marchitan al final ciclo son igualmente infectadas a través de la misma fuente, "el suelo". Lo anterior indica que el numero de plantas marchitas debe de ser estrictamente proporcional al inoculo presente en el suelo y que la tasa de crecimiento y el inoculo formaran un producto que nos indicara el crecimiento de la epidemia que será inversamente proporcional a la cantidad de tejido sano (1-x).

Esto no indica que el inoculo o la tasa de incremento sean constantes ya que el inoculo puede variar por muerte durante el ciclo puede crecer saprofiticamente, por otro lado, la tasa de crecimiento puede variar por susceptibilidad o resistencia del huésped o por la aplicación de algún producto. Si el crecimiento de la epidemia es inversamente proporcional a la cantidad de tejido sano, nuestra ecuación quedara:

$$QR = 2.3/t_2 - t_1 (\log 1/1-x - \log 1/1.x_1)$$

En donde QR es el producto del inoculo por la tasa de crecimiento.

Estos dos modelos propuestos por Van der Plank en 1963 se pueden aplicar a la mayoría de enfermedades, sin embargo no se consideran universales.

Para expresar este crecimiento de epidemias de manera gráfica, Van der Plank coloca el $\log_{10} X/1-X$ en el eje Y y el tiempo en el eje X; esto es más útil cuando se grafican los diferentes crecimientos de epidemias para su comparación. Esta grafica puede proporcionar información hasta el tipo de resistencia (vertical u horizontal) de la población hospedante (14).

3.2. MARCO REFERENCIAL

3.2.1 Características Generales del CATBUL

El CATBUL se ubica en el municipio de San Miguel Panán, del departamento de Suchitepéquez, es propiedad de la Universidad de San Carlos de Guatemala, bajo la administración de Facultad de Agronomía, tiene una extensión de 89.52 hectáreas (6, 19).

La finca se encuentra ubicada en las coordenadas $14^{\circ}39'39''$ Latitud Norte y $91^{\circ}22'00''$ de Longitud Este, a aproximadamente 340 msnm. la finca limita al Norte con las fincas Guadiela y Ponderosa, al sur con la finca Versailles, al Este con la finca Trinidad y Oeste con el río Nahualate y Cantón Barrios 1 y 2 (6, 19).

3.2.2 Vías de Comunicación

El acceso a la finca puede hacerse por San Antonio Suchitepéquez, vía San Miguel Panán, si se parte de Mazatenango, la distancia por esta ruta es de 22 Km de los cuales son 3 Km de terracería, transitables todo el año. También puede accesarse a través del entronque a Chicacao, específicamente desde el lugar llamado Nahualate, en la ruta internacional CA-2 en el kilómetro 136 desde la Ciudad Capital (13).

El entronque Nahualate-Montecristo, a la finca Bulbuxyá, tiene una distancia de 5.8 Km. de carretera asfaltada, luego se desvía el camino que conduce a San Miguel Panán, de 2.7 Km. de

largo de terracería, también transitable todo el año. La distancia por esta ruta de Mazatenango a la finca es de 34 Km. (13).

3.2.3 Fisiografía y Morfología

De acuerdo a Flores, afirma que el área comprendida en la provincia fisiográfica denominada Llanura Costera del Pacífico, la cual está cubierta con el material aluvial cuaternario que está sobre los estratos de la plataforma Continental. Los fluvios que corren del Altiplano Volcánico al cambiar su pendiente han depositado grandes cantidades de material, los cuales han formado esta planicie de poca ondulación, pero con mal drenaje, encontrándose áreas sujetas a inundaciones, particularmente al Oeste, ya que está conformada por terrazas aluviales recientes y subrecientes, formadas por el río Nahualate, la parte Sur y Este, son zonas polinares que conforman parte del Pié de Monte de las montañas adyacentes (8).

3.2.4 Zona de Vida

Según el mapa elaborado por De la Cruz, basado en el Sistema Holdridge, el área se encuentra en la Zona de Vida de Bosque Muy Húmedo Subtropical Cálido (BMH-sc) (4).

3.2.5 Características climáticas

Con base a la estación meteorológica más cercana al CATBUL, que es de tipo C, ubicada en el municipio de San Antonio Suchitepéquez, se reportan los siguientes datos: Precipitación Pluvial de 4000 mm de lluvia anual, distribuidos en 140 días del año, ubicados entre los meses de Mayo y Octubre, con lluvias ocasionales en Abril y Noviembre. Se ha estimado una temperatura media anual de 25°C (13). De acuerdo con la clasificación climática de Thorntwhite, quien define el clima como cálido con invierno benigno muy húmedo y sin estación seca bien definida (19).

3.2.6 Hipsometría

Tiene un relieve variado, la parte más alta de la finca está a 340 msnm y la más baja a 240 msnm (8, 18).

3.2.7 Hidrología

La zona tiene abundantes ríos y quebradas que bajan de las montañas, proporcionando el agua suficiente en épocas de verano, para el riego de los diferentes cultivos, así como para el abastecimiento de la población (8, 18).

El principal curso de agua superficial es el río Nahualate, con sus afluentes del río Bujiyá, los trozos y algunas quebradas de menor importancia.

3.2.8 Génesis del Suelo

Suelos desarrollados sobre material fluvial y volcánico recientes a elevaciones medianas, el área está formada por abanicos fluviales traslapados, de material arrojado por los volcanes en época relativamente reciente. Los suelos son jóvenes y profundos (18).

3.2.9 Suelos

Según Simmons y cols. (21), la finca Bulbuxyá se encuentra comprendida se encuentra comprendida dentro de la división fisiográfica que corresponde a los suelos de Declive del Pacífico, que se extiende desde el pie de monte de las montañas volcánicas, hasta la orilla del litoral, las series de suelos que se pueden encontrar en este lugar son:

3.2.9.1 Serie Panán

Suelos pocos profundos, desarrollados sobre material volcánico de color oscuro, tiene un relieve suavemente inclinado y un drenaje bueno, color café oscuro, textura y consistencia franco arenosa pedregosa suelta, espesor aproximado de 20 a 30 cm., estructura granular. El subsuelo tiene un color café a café amarillento, de consistencia friable, profundidad aproximada de 60 a 75 cm, esta serie se encuentra asociada con los suelos Suchitepéquez y Mocá (18).

3.2.9.2 Serie Cutzán

Suelos desarrollados sobre cenizas volcánicas de color claro, en un clima cálido húmedo. Ocupan un relieve muy ondulado e inclinado, drenaje bueno, color café oscuro, textura franco arenosa, consistencia suelta a friable, espesor aproximado de 10 a 20 cm., tiene una reacción ligeramente ácida con un pH de 6.0 a 6.5, el subsuelo tiene un color café, consistencia friable, textura franco arenosa y con un espesor de 20 a 50 cm (18).

4. OBJETIVOS

4.1 GENERAL

Determinar el efecto de los cinco fungicidas para el control de la mancha mohosa (*Ceratocystis fimbriata* Ellis & Hals), en el panel de pica, para una mayor producción de látex del cultivo de hule (*Hevea brasiliensis* Muell, Arg.).

4.2 ESPECIFICOS

4.2.1 Determinar el efecto de los fungicidas evaluados sobre el porcentaje de incidencia de la mancha mohosa (*Ceratocystis fimbriata* Ellis & Halst).

4.2.2 Determinar el efecto de los fungicidas evaluados sobre el porcentaje de severidad causada por mancha mohosa (*Ceratocystis fimbriata* Ellis & Halst) en el panel de pica.

4.2.3 Establecer cual de los fungicidas evaluados presenta el mayor Beneficio – Costo.

5. HIPOTESIS

Al menos uno de los cinco fungicidas evaluados controla la mancha mohosa (*Ceratocystis fimbriata* Ellis & Halst) en el cultivo de hule (*Hevea brasiliensis* Muell, Arg.).

6. MATERIALES Y METODOS

6.1 Localización del experimento

El presente estudio se realizó en la finca, Bulbuxyá situada en el municipio de San Miguel Panán, departamento de Suchitepequez. Localizada a 150 Km de la Ciudad Capital y a una altitud de 340 msnm. Dicha localidad presenta condiciones climáticas que según el mapa elaborado por De la Cruz, basado en el sistema Holdridge, se encuentra en la zona de vida de Bosque Muy Húmedo Sub-Tropical Cálido. Con temperatura de 25°C como promedios anuales. La precipitación promedio anual es de 4000 mm. distribuidos en 140 días al año.

6.2 Material y Equipo

6.2.1. Material vegetativo

El clon que se utilizó fue el RIM-600 producto del cruce de Tjir 1 x PB 86; el cual es originario de Malasia. Este clon se comenzó a propagar en gran escala en Guatemala, como consecuencia de reportes que los situaban con un súper productor de Malasia.

En Guatemala según Gularte 1976 (11) los registros del museo clona lo sitúan produciendo 2300 Kg/ha/año en el octavo año de pica; por lo que se le seguirá propagando, pero quien lo haga deberá afrontar la necesidad de formar copas livianas durante los primeros 3 años, pues es muy susceptible al viento.

6.2.2. Productos Utilizados

De acuerdo a las condiciones climáticas (HR, T° y PP) del área de estudio se determinó que los métodos culturales y biológicos para el control de este patógeno no son posibles, ya que el ataque del hongo a las plantaciones de hule es en época lluviosa, y la precipitación anual del área

oscila entre los 4000 mm promedio, por lo que el control químico es una buena alternativa para disminuir la enfermedad. Para el control de mancha mohosa se utilizaron cinco fungicidas que poseen un amplio espectro de acción tanto preventivo, curativo y erradicante a esta enfermedad. Los cuales se presentan en el cuadro 1.

Cuadro 1 Productos utilizados en el experimento.

Productos	
N. Técnico	N. Comercial
Captafol	Crisfolatan
Benomyl	Benlate
Carbendazim	Bavistin
Mancozeb	Dithane M-45
Hexaconazol	Anvil 5 SC

6.2.3. Materiales Utilizados

- A. Recipientes plásticos
- B. Brochas de 2 y 3 pulgadas de ancho
- C. Adherente
- D. Cuchillas para picar
- E. Pintura amarilla

6.3 Procedimiento para la aplicación de los tratamientos

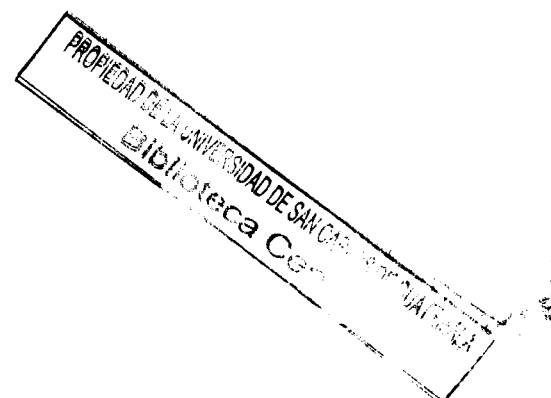
Se realizó tomando como base las fechas calendarizadas de aplicación de los diferentes fungicidas, las cuales se llevaron a cabo directamente al panel de pica. Se utilizó para su aplicación brochas de dos pulgadas de ancho, las soluciones de los fungicidas, se prepararon en botes plásticos de un galón; contando cinco botes en los cuales se colocaron las soluciones de acuerdo a cada tratamiento. Las soluciones se aplicaron humedeciendo totalmente el panel de pica y parte de la corteza que será picada posteriormente. Se utilizó un total de 20 ml de la solución por árbol.

Las aplicaciones de fungicidas se efectuaron cada siete días iniciándose en el mes de julio del 2003. Se tomaron cuatro lecturas basándose en el porcentaje de efectividad de cada tratamiento, la primera, siete días antes de iniciar las aplicaciones, y las tres restantes treinta días después de cada lectura.

6.4 Diseño Experimental

El diseño que se utilizó fue de bloque al azar, contó con seis tratamientos, cinco de los cuales corresponden a los programas fungicidas, y el último al testigo relativo con cuatro repeticiones. Se obtuvo un número de dieciséis árboles por parcela.

Número de plantas del experimento =	384 plantas
Número de plantas a analizados =	96 plantas
Parcela bruta por tratamiento =	16 plantas
Parcela neta por tratamiento =	4 plantas
Área total del experimento =	5,520 m ² .



6.5 Unidad Experimental

La unidad experimental estuvo formada por una parcela que contó con 16 árboles. En cada unidad experimental se tomaron datos de cuatro arboles dejando el efecto de borde. El área experimental total fue de 5,520 m². la parcela bruta fue de 12 m de ancho y 12 m de largo, la parcela neta de 4 m de ancho y 4 m de largo figura (8 y 9 A).

6.6 Tratamientos

Se evaluaron seis tratamientos y cuatro repeticiones (cuadro 2).

Cuadro 2: Tratamiento, producto y dosis comercial que se utilizó.

Tratamiento	Producto	Dosis
Tratamiento A	Captafol (testigo relativo)	280 grs/100 lts de agua
Tratamiento B	Benomyl	0.25-0.30 kg/Ha
Tratamiento C	Carbendazim	60-100 grs/100 lts de agua
Tratamiento D	Mancozeb	250-500 grs/100 lts de agua
Tratamiento E	Hexaconazol	25-35 ml/16 lts de agua
Tratamiento F	No aplicar nada (testigo absoluto)	

6.7. Variables

Para interpretar el efecto de los programas fungicidas con respecto a la enfermedad se evaluaron las siguientes variables:

6.7.1 Incidencia

Se estimo tomando los 384 árboles como el 100%, luego se contó el número de

árboles afectados para calcular el porcentaje.

6.7.2 Severidad

Según la Gremial de Hueleros de Guatemala, en su carta informativa tres expone que en base a una escala diagramática como la que se muestra en la figura 6 A se realizaron las lecturas del área afectada. La escala diagramática es una plantilla de acetato transparente cuadrículada que tiene 20 centímetros de largo por 5 centímetros de ancho, en total forma cien cuadros, formando así el cien por ciento del panel de pica.

Para la toma de datos la plantilla se colocó en el centro del panel de pica como se muestra en la figura durante las lecturas de cada tratamiento, tomando como uno por ciento de área afectada cada cuadro cubierto por la mancha del hongo en la plantilla.

Para realizar el análisis los datos fueron convertidos en la forma $\text{Log}_{10} X/1-X$, siendo X el dato del área afectada del panel de pica obtenido con la plantilla para cada tratamiento debido a que estuvieron expresados en porcentajes, y así obtener números reales para poder realizar la interpolación y realización de las graficas y poder identificar el tratamiento mas eficiente.

6.7.3 Análisis de datos

Para el análisis de los datos se utilizo la transformación logarítmica, empleando la comparación de epidemias.

6.7.4 Análisis económico

Se realizó un análisis marginal (presupuesto parcial), tomando como base el costo de producción del tratamiento testigo.

6.7.5 Costos de fungicidas y/o control

Se analizó cual fungicida es más efectivo. Los costos se determinaron con relación al valor por galón de mezcla debido a que el productor de hule para dosificar se basa en esa medida.

6.8 Alcances

- A. Se determinó el menor efecto de los tratamientos sobre el porcentaje de área afectada.
- B. Se determinó el menor efecto de los tratamientos sobre el porcentaje de árboles afectados.
- C. Se determinó el fungicida más eficiente en el control de (*Ceratocystis fimbriata* Hellis & Halst) en el panel de pica.

6.9 Limites

Se evaluó solo (*Ceratocystis fimbriata* Hellis & Halst) en cuanto al efecto de los tratamientos sobre el porcentaje de árboles afectados.(incidencia) y área afectada (severidad).

Se utilizaron solamente 5 fungicidas para controlar únicamente mancha mohosa.

7. RESULTADOS Y SU DISCUSION

7.1 Porcentaje de árboles afectados por mancha mohosa (*Ceratocystis fimbriata*), en el cultivo de hule (*Hevea brasiliensis*).

Se calculó el porcentaje de árboles afectados por Mancha Mohosa en el periodo de evaluación de acuerdo a los resultados del cuadro 3. Se realizó el cálculo de la tasa de incremento de la enfermedad utilizando la fórmula siguiente $r = 2.3/t_2-t_1 (\log X_2/1-X_2 - \log X_1/1-X_1)$, donde "r" es la tasa de incremento de cada tratamiento. Obteniendo los resultados que se muestran en el cuadro 4.

Cuadro 3 Porcentaje de incidencia de mancha mohosa (*Ceratocystis fimbriata*).

LECTURAS	TRATAMIENTOS EN %					
	A	B	C	D	E	F
7 días antes de la aplicación	1.69	1.04	1.30	1.30	1.30	2.34
30 días después de la primera lectura	2.60	1.30	1.56	1.69	1.82	3.18
30 días después de la segunda lectura	3.64	1.82	2.60	2.34	1.17	3.84
30 días después de la tercera lectura	3.84	1.56	2.08	1.56	1.17	4.17

Se puede observar en el cuadro 3 que el tratamiento Captafol y el Testigo Absoluto se incrementa la incidencia de la Mancha Mohosa. El Benomyl mantiene su porcentaje de incidencia después de las cuatro lecturas. Solamente el Hexaconazol reduce la incidencia al final del estudio.

Cuadro 4 Tasa de incremento (r) de árboles afectados por mancha mohosa (*Ceratocystis fimbriata*), en el cultivo de hule para cada tratamiento.

Tratamientos	r %
Captafol	1.44
Benomyl	0.68
Carbendazim	0.80
Mancozeb	0.30
Hexaconazol	0.19
Sin Control	0.99

De acuerdo a los datos del cuadro 4 se observa que el tratamiento Hexaconazol es el que tiene la menor tasa de incremento, es decir el menor numero de árboles afectados por la mancha mohosa (*Ceratocystis fimbriata*) con un 0.19 %, es decir que por cada 100 árboles afectados, se están infectando 0.19 árboles nuevos cada día. El tratamiento Mancozeb es otro de los que mejor controla la incidencia con un incremento de árboles afectados de 0.30 %, sigue el tratamientos Benomyl con 0.68 %, luego esta Carbendazim que tienen un incremento de 0.8 %, los tratamientos que tienen un mayor incremento de la enfermedad durante el tiempo de estudio son: Sin Control con 0.99 % y Captafol con 1.44 % de incremento por día. Esto nos indica que para el control de árboles de hule afectados por mancha mohosa, es recomendable utilizar Hexaconazol

debido a que con este tratamiento se logra reducir el porcentaje de árboles afectados por mancha mohosa (*Ceratocystis fimbriata*), en comparación con los otros tratamientos.

Al hacer el análisis de las curvas obtenidas utilizando transformación logarítmica se ratifica lo observado con los resultados la incidencia en cuanto a los productos químicos usados.

Para expresar gráficamente el crecimiento de las epidemias de la incidencia se muestra la figura 4.

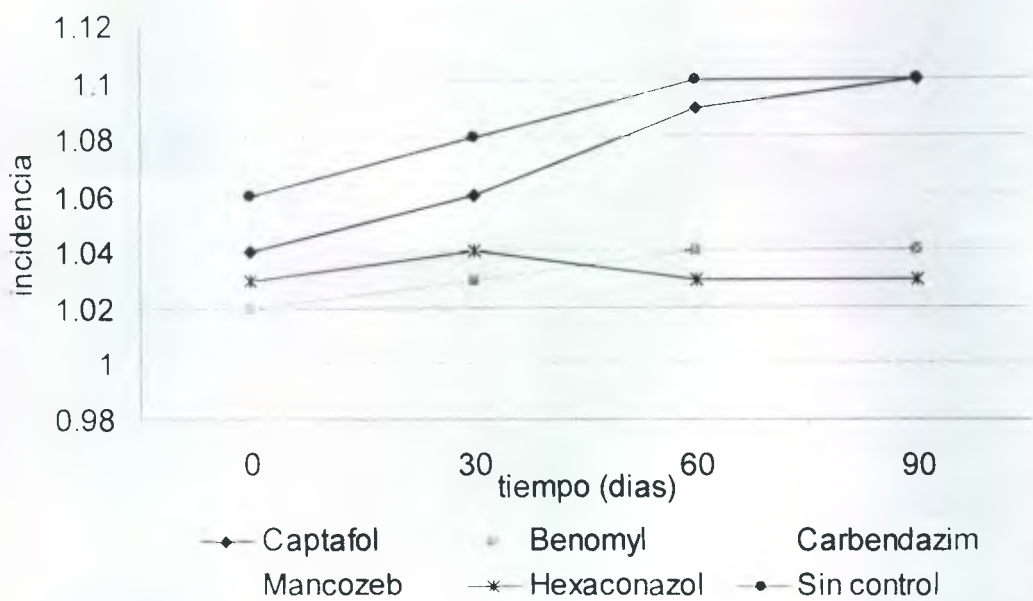


Figura 4 Comparación epidemiológica de la incidencia de la mancha mohosa.

Para expresar el crecimiento de las epidemias de manera grafica, se utilizó la transformación logarítmica, colocando el $\log_{10} X/1-X$ en el eje Y, y el tiempo en el eje X. De manera que como lo muestra la figura 4, al no aplicar control a la Mancha Mohosa después de 90 días se puede alcanzar incremento de 1.06 a 1.10 árboles afectados por la mancha mohosa. De

manera similar se comporta el tratamiento con Captafol que de alguna manera no influye en el control, dando como resultado un incremento de 1.04 a 1.10 árboles afectados.

Los tratamientos Benomil, Carbendazim, y Mancozeb, mantienen un control del incremento de árboles afectados por mancha mohosa los cuales no excede a 1.06 en la incidencia de la mancha mohosa. El tratamiento Hexaconazol es el que mejor controla la enfermedad por que alcanza un equilibrio de control en 1.03 en la incidencia de la mancha mohosa. Lo que indica que los productores de hule natural podrian utilizar Hexaconazol para el control de la incidencia de árboles afectados por mancha mohosa.

Al realizar el análisis de la tasa de incremento de la mancha mohosa, existe una correlación con lo observado en el cuadro 3.

7.2 Porcentaje de severidad de la mancha mohosa (*Ceratocystis fimbriata*), en el panel de pica de hule (*Hevea brasiliensis*).

En el cuadro 5, se presenta el cálculo de la tasa de incremento de la enfermedad utilizando la formula siguiente $r = \frac{2.3}{t_2 - t_1} (\log \frac{X_2}{1 - X_2} - \log \frac{X_1}{1 - X_1})$, donde "r" es la tasa de incremento de cada tratamiento. Obteniéndose los siguientes resultados que se observan en el cuadro 6.

Cuadro 5 Porcentaje de severidad de mancha mohosa (*Ceratocystis fimbriata*) en el panel de pica.

LECTURAS	TRATAMIENTOS					
	A	B	C	D	E	F
7 días antes de la aplicación	10.25 %	5.25 %	6.25 %	6.25 %	7.50 %	25.00 %
30 días después de La primera lectura	19.75 %	5.75 %	8.25 %	7.75 %	9.00 %	35.00 %
30 días después de La segunda lectura	22.50 %	7.75 %	8.50 %	9.50 %	8.25 %	41.00 %
30 días después de La tercera lectura	21.50 %	8.25 %	9.50 %	8.50 %	7.75 %	46.25 %

Cuadro 6 Tasa de incremento (r) de la mancha mohosa (*Ceratocystis fimbriata*), sobre el área afectada del panel de pica de hule (*Hevea brasiliensis*).

Tratamientos	r %
Captafol	1.44
Benomyl	0.81
Carbendazim	0.79
Mancozeb	0.57
exaconazol	0.053
Sin Control	1.6

Los resultados de la severidad observados en los cuadros 5 y 6 tienen una alta correlación con los resultados obtenidos de los análisis de incidencia y el desarrollo de las curvas de la enfermedad, que expresaron que el Captafol y el Testigo Absoluto incrementan la severidad de la

enfermedad y que los tratamientos de Hexaconazol y Benomyl reducen o mantienen la tasa de severidad con lo cual no existe un incremento del daño provocado por este hongo.

De acuerdo a la tasa de incremento "r" obtenida, por cada 100 % del área afectada del panel de pica se esta generando para cada tratamiento el dato obtenido en el cuadro 6. De manera que el tratamiento que mejor resultado obtuvo fue Hexaconazol obteniendo un incremento de 0.053 % del total del panel de pica al día, El siguiente es Mancozeb con un incremento de la enfermedad de 0.57 %, los tratamientos Carbendazim y Benomyl, tienen un incremento similar 0.79 y 0.81 % consecutivamente, los tratamientos que tienen un mayor incremento de la enfermedad durante el tiempo de estudio son Captafol con 1.44 % y Sin Control con 1.6 %.

Esto nos indica que el tratamiento Captafol no se debe aplicar para el control de mancha mohosa (*Ceratocystis fimbriata*), por que necesitaría la enfermedad solo 70 días, para que el panel estuviera completamente infestado, lo que implicaría una perdida total del panel, teniendo que realizar una nueva apertura de panel teniendo menos vida útil el árbol.

El tratamiento que los productores de hule podrian utilizar de acuerdo a esta investigación es el Hexaconazol, por que es el que mejor controla la mancha mohosa (*Ceratocystis fimbriata*).

Para expresar gráficamente el crecimiento de las epidemias del crecimiento de la severidad se muestra la figura 5.

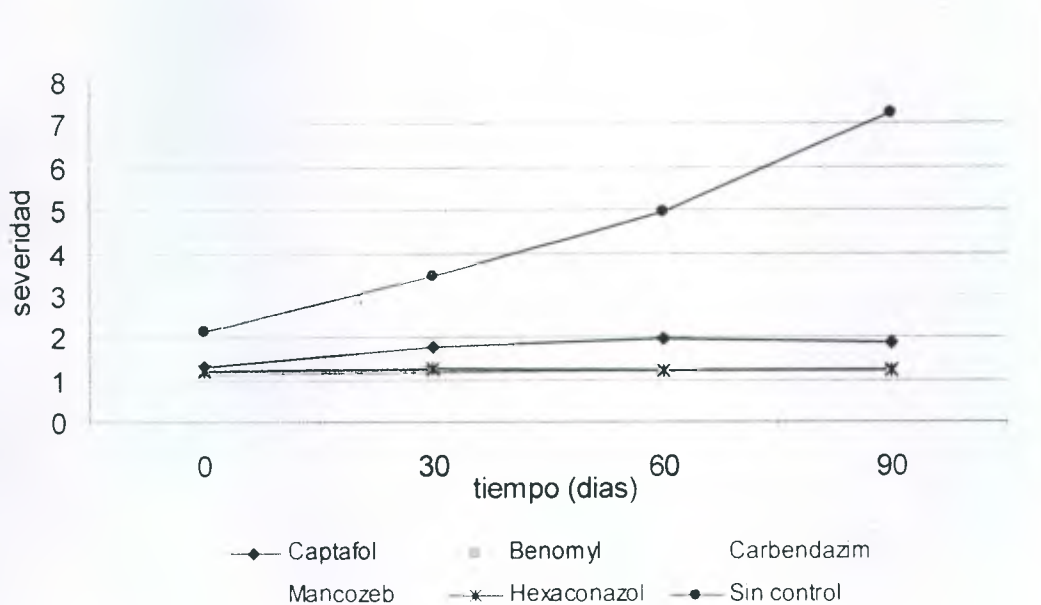


Figura 5 Área afectada por mancha mohosa en el panel de pica

Para expresar el crecimiento de las epidemias de severidad graficamente, se utilizó la transformación logarítmica, colocando el $\log_{10} X/1-X$ en el eje Y, y el tiempo en el eje X. De acuerdo a la grafica 5, al no controlar Mancha Mohosa después de 90 días se pueden alcanzar de 2.15 a 7.25 de incremento de la enfermedad en el panel de pica. En el tratamiento Captafol se puede observar un incremento de 1.30 a 1.95 a los 60 días, y a los 90 baja a 1.88, lo que indica que tiene que esperar 60 días para que el tratamiento inicie a surtir efecto en el control.

Los tratamientos Benomil, Carbendazim, y Mancozeb, mantienen un control del incremento del área afectada por la enfermedad los cuales no llegan a ser más de 1.27 de incremento. El tratamiento Hexaconazol es el que mejor controla la enfermedad por que mantiene el incremento de 1.20 en el inicio y 1.21 al final del experimento. Lo que indica que los productores de hule natural deben utilizar este tratamiento para el control de mancha mohosa.

7.3 Análisis económico

7.3.1 Efecto de los tratamientos sobre la producción

El cuadro 7 muestra la producción promedio obtenida de hule seco en Kg por tratamiento, al ser multiplicado por el precio del hule 3.95 Quetzales por kg se obtuvo el Beneficio Bruto (BB).

Cuadro 7 Producción de hule seco por tratamiento

LECTURAS					
					Media Producción
Tratamiento	I	II	III	IV	Kgs. Hule seco
Sin Control	1949.00	1939.00	1899.00	2000.34	1946.84
Benomyl	2181.00	2326.00	2671.62	2398.00	2394.16
Captafol	2244.80	2185.80	2333.80	2214.80	2244.80
Carbendazim	2223.90	2422.00	2622.00	2010.00	2319.48
Mancozeb	2394.00	2872.00	2223.00	2087.65	2394.16
Hexaconazol	2422.00	2622.00	2010.00	2223.90	2319.48

La diferencia entre el Beneficio Bruto (BB) y el Costo Variable total que se observa en el cuadro 8, se obtuvo el Beneficio Neto (BN) que se muestra en el cuadro 9.

7.3.2 Efecto de los tratamientos sobre los costos de producción

Cuadro 8 Costos de explotación de 400 árboles de hule y control fitosanitario, en la evaluación del efecto de los tratamientos sobre los costos de producción.

	Captafol	Benomil	Carbendazim	Mancozeb	Hexaconazol	Sin control
I. COSTOS DIRECTOS						
A. Explotación	1659,84	1659,84	1659,84	1659,84	1659,84	1659,84
Pica						
Control fitosanitario	517,17	698,49	547,63	435,05	450,13	
B. Estimulación						
Estimulante	152,03	152,03	152,03	152,03	152,03	152,03
Mano de Obra						
Equipo e insumos						
C. Insumos						
Fungicidas para el panel de pica	244,18	244,18	244,18	244,18	244,18	244,18
Desinfectante						
Anticoagulante						
D. Equipo de pica						
Ganchos	504,67	504,67	504,67	504,67	504,67	504,67
Espitas						
Tasas						
E. Equipo de recolección						
Cubetas	95,00	95,00	95,00	95,00	95,00	95,00
Tambos						
Barriles						
F. Herramientas de pica						
Cuchilla de pica	54,30	54,30	54,30	54,30	54,30	54,30
Piedra de afilar						
G. Transporte	99,90	99,90	99,90	99,90	99,90	99,90
H. Varios	16,65	16,65	16,65	16,65	16,65	16,65
Total de Costos Directos	3343,74	3525,06	3374,20	3661,62	3276,70	2826,57
II. COSTOS INDIRECTOS						
A. Administración 2.5 % s/CD.	83,59	88,13	84,35	81,54	81,92	70,76
B. Prestaciones						
Cuota IGSS.	99,59	99,59	99,59	99,59	99,59	99,59
Domingos y feriados picador	338,73	337,73	339,73	340,73	341,73	336,73
Total de Costos Indirectos	520,91	525,44	521,67	518,86	519,23	507,98
COSTOS TOTALES	3864,65	4050,50	3895,87	3780,47	3795,94	3334,55
Costos de los tratamientos expresados en porcentaje.	16%	21%	16%	13%	13%	0%

El cuadro 8 muestra el cálculo sobre el costo que lleva cada tratamiento, en cuanto a la mano de obra, insumos etc., es el mismo para todos, la variación en cada tratamiento se observa en el costo del Control Fitosanitario el cual varía por cada tratamiento empleado.

De acuerdo con los costos el tratamiento Benomil representa el 21% sobre los costos, Captafol y Carbendazim representa el 16% y Mancozeb, Hexaconazol el 13% de los costos.

Cuadro 9 Análisis de Dominancia en la evaluación del efecto de los tratamientos sobre los costos de producción.

Tratamiento	Beneficio Neto (BN)	Costo Variable (CV)	Análisis de Dominancia
Mancozeb	5676,47	3780,47	ND*
Benomyl	5406,45	4050,50	D**
Hexaconazol	5366,02	3795,94	D
Carbendazim	5266,09	3895,87	D
Captafol	5002,32	3864,65	D
Sin Control	4352,47	3334,55	ND*

Referencias: * ND = No Dominados

** D = Dominados

El cuadro 9 muestra el análisis de dominancia de todos los tratamientos en base al Beneficio Neto, el cual se calculó restando al Beneficio Bruto los Costos Variables totales, los tratamientos que pasaron la prueba de dominancia fueron los tratamientos Mancozeb y Sin control. De acuerdo con el análisis, estos tratamientos salieron no dominados por obtener el menor Costo Variable.

A estos tratamientos que pasaron la prueba de dominancia se les hizo el análisis económico mediante el cálculo de la Tasa Marginal de Retorno (TMR). Esta se muestra en el cuadro 10.

Cuadro 10 Cálculo de la Tasa Marginal de Retorno para los tratamientos no dominados.

Tratamiento	BN en Quetzales	CV en Quetzales	Incremento BN	Incremento CV	TMR (%)
Mancozeb	5676,47	3780,47	2324,00	445,92	521.17
Sin Control	3352,47	3334,55			

Según el cuadro 10, el tratamiento Mancozeb presenta la Tasa Marginal (TMR) de Retorno más alta de 521.17% con un límite de afección por Mancha Mohosa de un 4.55% sobre el panel. Esto significa que por cada quetzal invertido se obtiene adicionalmente Q.5.21 (Cinco quetzales con veintiuno centavos).

Cuadro 11. Análisis económico de los tratamientos en base a rendimientos medio de cuatro repeticiones, mediante la relación Beneficio/Costo

En el cuadro 11 se puede observar que la relación beneficio/costo de los tratamientos el de mayor rentabilidad es el tratamiento D (Mancozeb) con un 150 por ciento, lo cual se explica mediante los costos de producción. Lo que significa que económicamente el tratamiento con Mancozeb es el mejor.

	TRATAMIENTOS					
	A	B	C	D	E	F
Rendimiento Kgs.	2244,8	2364,16	2319,48	2394,16	2319,5	1946,84
Costos de producción Q	3864,65	4050,5	3895,87	3750,47	3780,5	3334,55
Precio (Q/Kg.)	3,95	3,95	3,95	3,95	3,95	3,95
Ingreso Bruto Q	8866,96	9456,93	9161,95	9456,93	9162	7690,02
Beneficio Neto	5002,31	54,643	5266,07	5676,46	5366	4355,47
Rel. Beneficio/costo	1,29	1,33	1,35	1,5	1,41	1,3
Rentabilidad (%)	129	133	135	150	141	130

8. CONCLUSIONES

1. El tratamiento que realizó un mejor control de la mancha mohosa (*Ceratocystis fimbriata*), es el Hexaconazol, debido a que presenta una tasa de incremento de incidencia de 0.19, por ciento, tasa de incremento de severidad de 0.053 por ciento, comparados con el Captafol que se incrementa la incidencia y la severidad en 1.44 por ciento.
2. De los tratamientos evaluados, el tratamiento con Hexaconazol redujo la cantidad de árboles con síntomas de la enfermedad, de cada 100 árboles se infectan 0.19 árboles nuevos cada día. El segundo mejor tratamiento fue donde se utilizó Mancozeb teniendo una tasa de incremento del 0.30%, luego sigue el Benomyl con 0.68%. Al comparar el análisis del crecimiento o desarrollo de la enfermedad utilizando modelos epidemiológicos coinciden con la eficacia de los tratamientos anteriormente descritos.
3. Los tratamientos Benomyl, Carbendazim y Mancozeb tienen un control similar que el Hexaconazol, en el porcentaje de severidad de la mancha mohosa (*Ceratocystis fimbriata*) en el área afectada del panel de pica.
4. Se acepta la hipótesis planteada, ya que el tratamiento Hexaconazol proporciona el mejor control de incidencia y severidad de la mancha mohosa (*Ceratocystis fimbriata*).
5. El tratamiento Mancozeb es el que presenta la Tasa Marginal de Retorno (TMR) mas alta de 521.17 % esto significa por cada quetzal adicional invertido se obtiene adicionalmente 5.21 quetzales más.

6. En tratamiento Mancozeb económicamente es el mejor, por que presenta la mayor relación Beneficio/Costo,

9. RECOMENDACIONES

1. De acuerdo a los resultados, para el manejo y control de la mancha mohosa (*Ceratocystis fimbriata*), se recomienda utilizar hexaconazol a razón de 25 – 35 ml/16 L de agua, en aplicaciones de cada siete días, durante la época lluviosa, debido que reduce la incidencia y severidad de la enfermedad.
2. Hacer una rotación de Hexaconazol con los tratamientos Benomyl, Carbendazim y mancozeb para reducir la posibilidad de presión de selección de individuos resistentes al ingrediente activo de un solo fungicida.
3. De acuerdo a el análisis económico, se recomienda la aplicación de Mancozeb en dosis de 20 gr/galón de agua, con ello se estará generando un 521.17% más del capital invertido, las producciones se encontraran en una media de los 2,394.16 kilogramos de hule seco por 400 árboles en producción.

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central

10. BIBLIOGRAFÍA

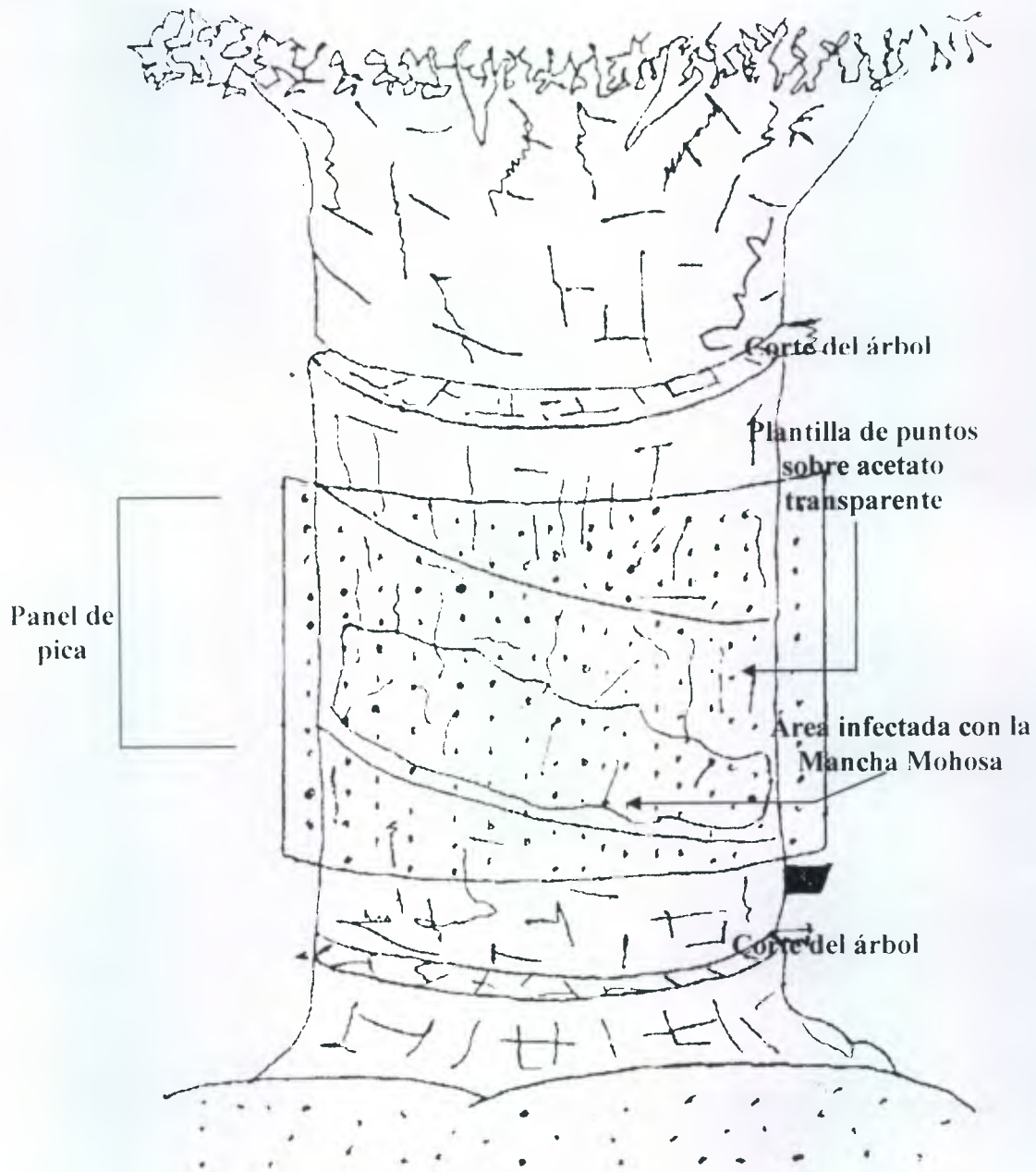
1. Agrios, GN. 1988. Fitopatología. México, Limusa. 756 p.
2. CIMMYT, MX. 1988. La formación de recomendaciones a partir de datos orgánicos; manual metodológico de evaluación económica. México. 79 p.
3. Cruz Argueta, CF. 1990. Evaluación de doce programas fungicidas en el control de la mancha mohosa (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.
4. Cruz, JR De la. 1982. Clasificación de zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. 42 p.
5. Estrada Nicol, LR. 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.
6. FAUSAC (Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía, USAC). 1989. Políticas de investigación del Centro de Agricultura Tropical Bulbuxyá. Guatemala. 23 p.
7. _____. 2003. Manual de agroquímicos: controlando enfermedades de las plantas. Compilado por estudiantes del curso de Fitopatología Aplicada, plan de estudios 1980 y 1998. Guatemala. 228 p.
8. Flores Aucedá, CD. 1981. Estudio agrológico a nivel detallado de la finca Bulbuxyá. San Miguel Panán, Suchitepéquez. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 116 p.
9. Galdamez Oliva, HM. 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.
10. GREMHULE (Gremial de Huleros de Guatemala, GT). 1997. Toma de datos de porcentaje de severidad. Carta Informativa no. 3.
11. Gularte, AL. 1976. Breves apuntes históricos del hule (Hevea brasiliensis). Guatemala. Gremial de Huleros de Guatemala. 35-40 p.
12. INSIVUMEH (Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrológica, GT). 2006. Hojas de registro de datos meteorológicos de la estación Chohojá, municipio de Mazatenango, departamento de Suchitepequez, Guatemala (Correspondencia personal). Guatemala, INSIVUMEH, Departamento de Climatología. 2 p.
13. Mejía Morales, EM. 1984. Diseño de la infraestructura para el Centro Experimental de la finca Bulbuxyá. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 157 p.

14. Monterroso S, D. 2006. Aspectos básicos de epidemiología para el manejo integrado de enfermedades. (Correspondencia personal). Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía, Instituto de Investigaciones Agronómicas.
15. Ovalle Valdéz, CA. 1975. Manual del cultivo de hule Hevea en Guatemala. Guatemala, DIGESA. 119 p
16. Pinto Herrerías, CE. 1981. Evaluación de tres distintas dosis de Etephon en tres clones de (Hevea brasiliensis). Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 60 p.
17. Samayoa, E. 1998. Tasa marginal de retorno. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía Agro. Boletín Técnico no. 4-5 p.
18. Simmons, C; Tárano, JM; Pinto, JH. 1959. Clasificación y reconocimiento de los suelos de la república de Guatemala. Guatemala, Instituto Agropecuario Nacional. 1000 p
19. Tobías Vásquez, MR. 1994. Evaluación de la fertilidad de los suelos del Centro de Agricultura Tropical Bulbuxyá, cultivados en caña de azúcar (*Sacharum officinarum* L.) y cacao (*Theobroma cacao* L.). Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 50 p.

Dr. Rolando Barrios

11. ANEXOS

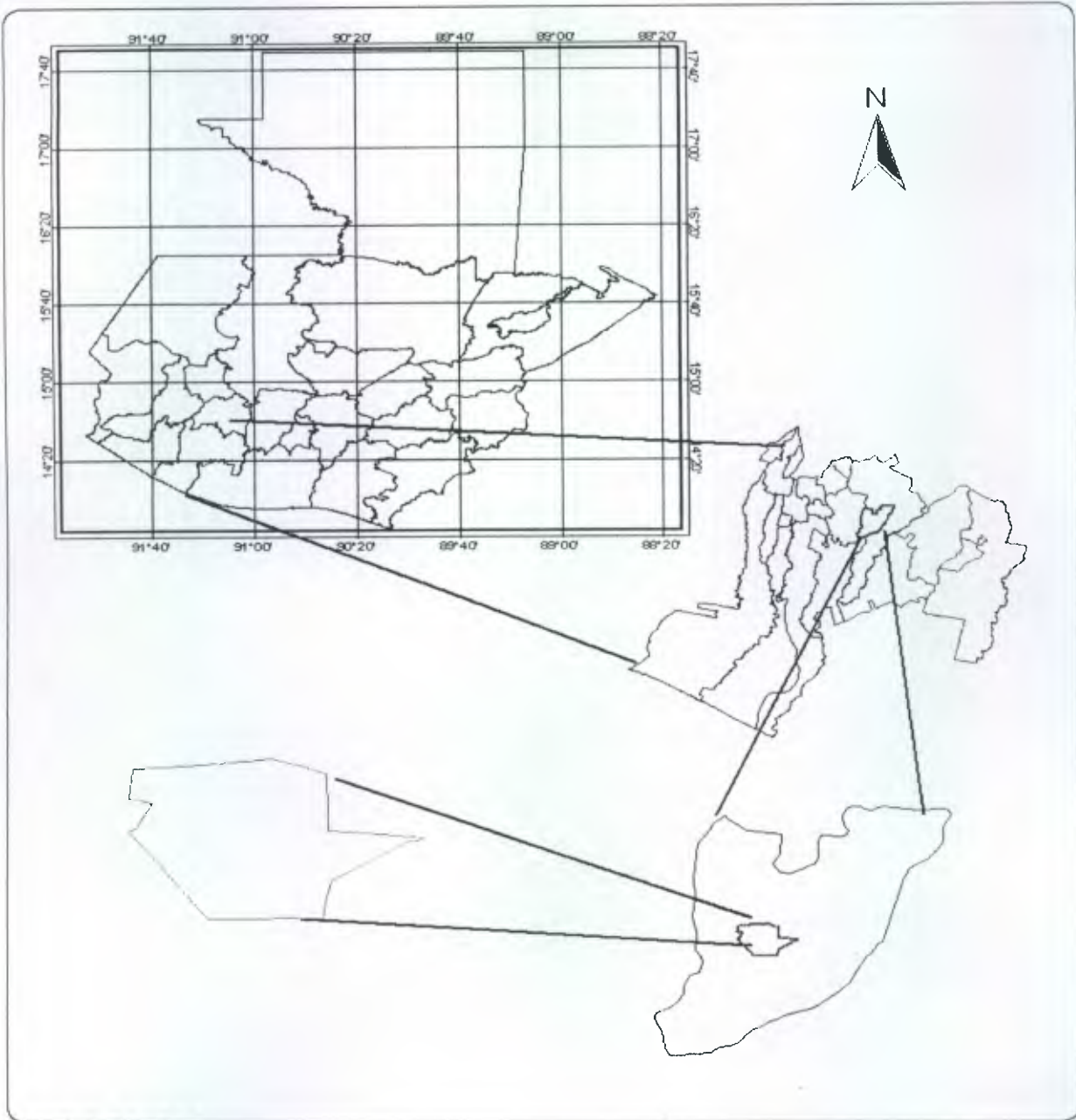
ÁRBOL DE HULE



$$\% \text{ Severidad} = \frac{\text{No. PTOS. CON AREA INFECTADA}}{\text{No. PTOS. DEL AREA TOTAL DEL PANEL DE PICA.}} \times 100$$

Fuente: Gremial de Huleros de Guatemala (1997)

FIGURA 6 "A": Ejemplo de la forma de toma de datos del porcentaje de severidad, de la Mancha Mohosa, en el panel de pica del hule



USIG-FAUSAC

Figura 7 "A": Mapa de ubicación geográfica del municipio de San Miguel Panan, Suchitepequez.

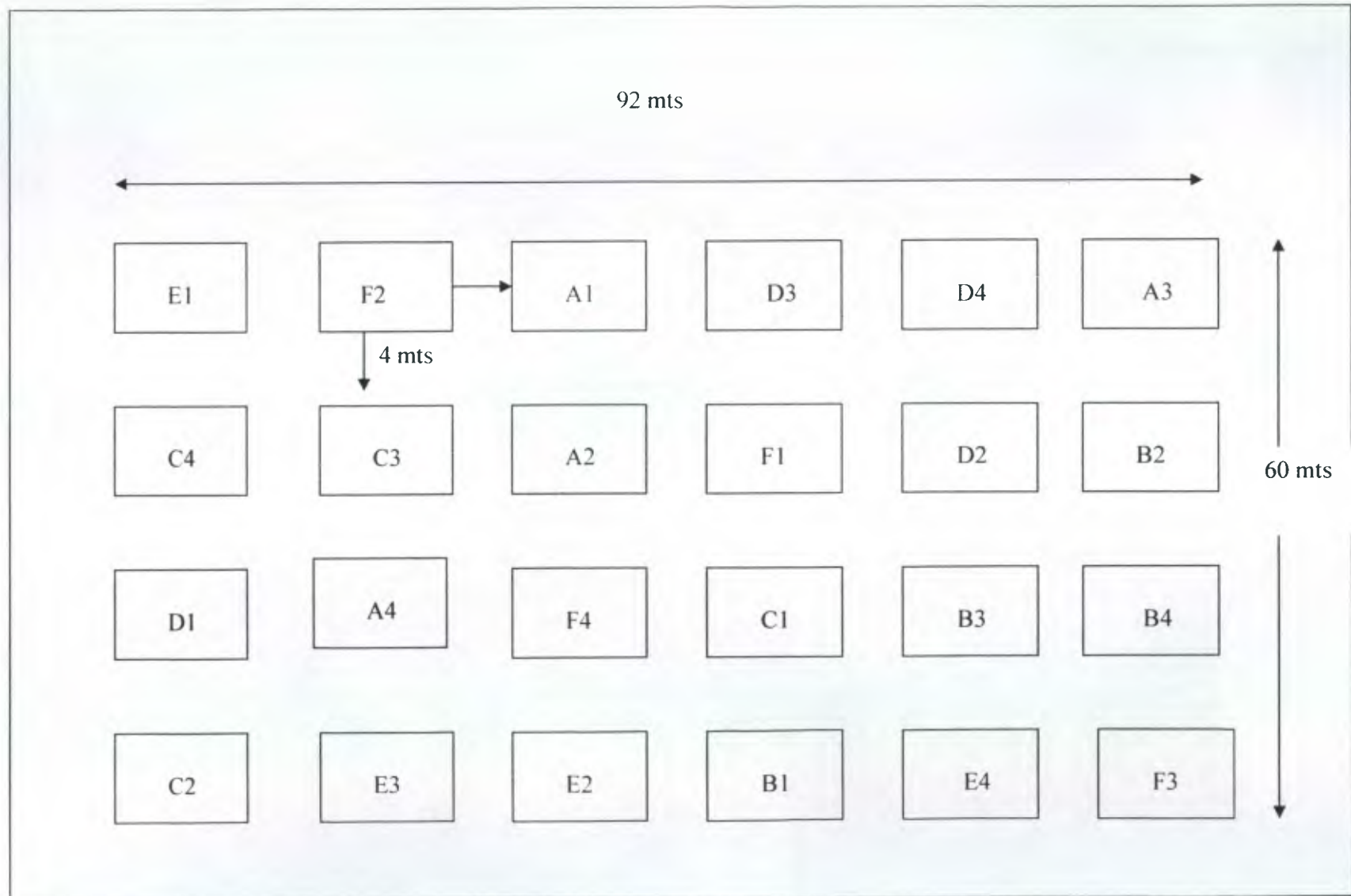


Figura 8 "A": Tamaño y arreglo de las unidades experimentales en el campo.

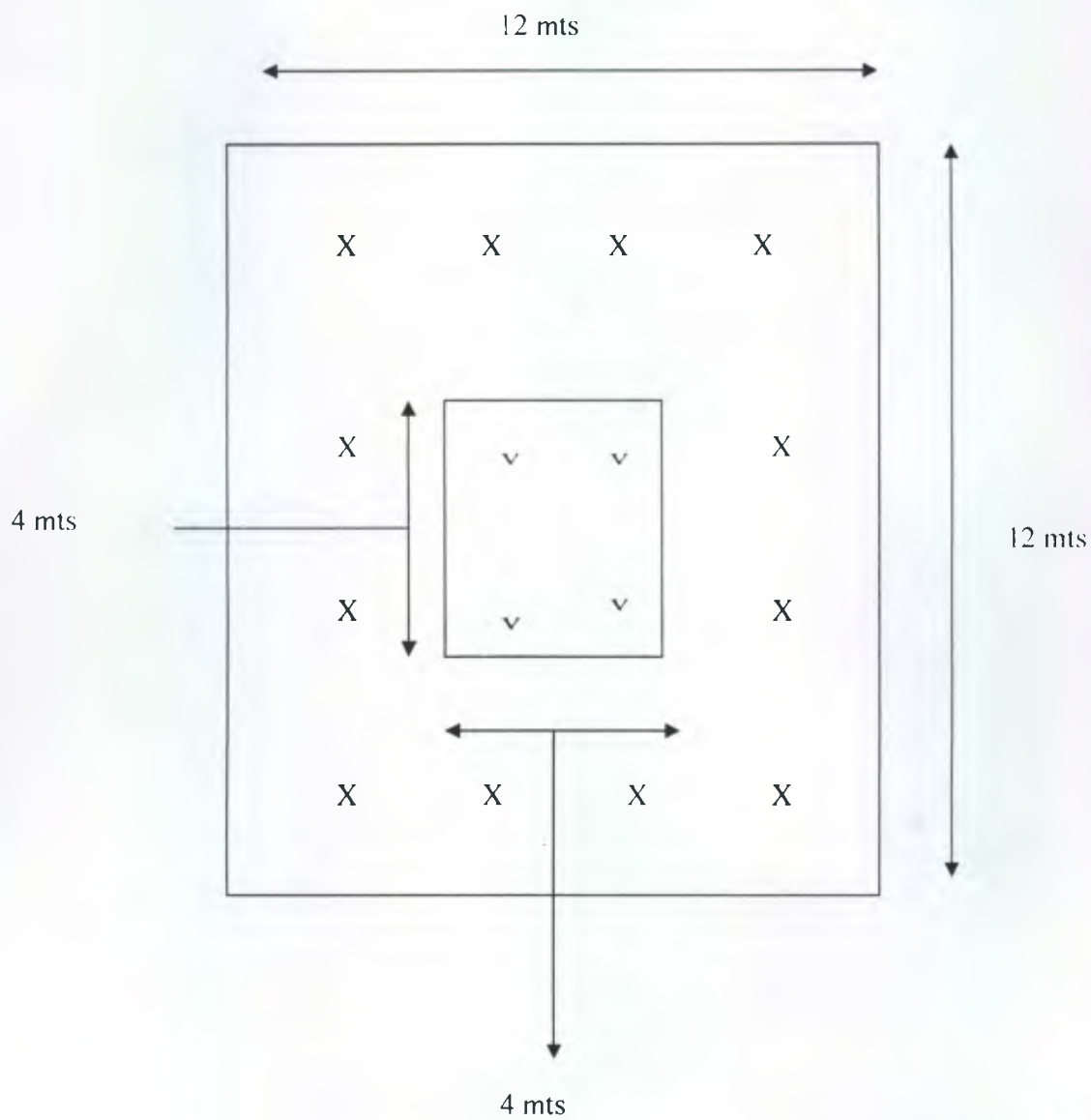


FIGURA 9 "A": Tamaño y forma de la unidad experimental, parcela bruta y neta.



REF. Sem. 03/2006

LA TESIS TITULADA:

"EVALUACION DE 5 FUNGICIDAS PARA EL CONTROL DE *Ceratosistis fimbriata* Ellis & Halst CAUSANTE DE LA MANCHA MOHOSA EN EL PANEL DE PICA EN HULE (*Hevea brasiliensis* Mull. Arg.) EN SAN MIGUEL PANAN, SUCHITEPEQUEZ"

DESARROLLADA POR EL ESTUDIANTE:

ALFREDO ANTONIO PINEDA VASQUEZ

CARNE:

9517487

HA SIDO EVALUADO POR LOS PROFESIONALES:

Ing. Agr. Gustavo Adolfo Alvarez Valenzuela
Ing. Agr. Juan Alberto Herrera
Ing. Agr. Juan Carlos Fuentes

Los Asesores y las Autoridades de la Facultad de Agronomía, hacen constar que ha cumplido con las Normas Universitarias y Reglamentos de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Ing. Agr. José Humberto Calderón Díaz
A S E S O R

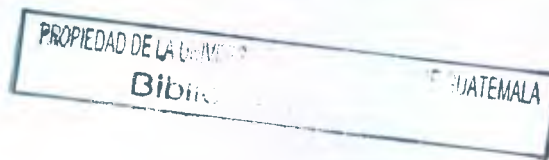
Ing. Agr. Henry Estuardo España Morales
A S E S O R

Dr. David Monterroso Salvatierra
DIRECTOR DEL IIA

IMPRIMASE
Dr. Ariel Abderramán Gilz Lopez
DECANO



DMS/nm
c.c. Archivo
IIA
Control Académico







0.19 %, es decir que por cada 100 árboles afectados, se están infectando 0.19 árboles nuevos cada día. El tratamiento Mancozeb es otro de los que mejor controla la incidencia con un incremento de árboles afectados de 0.30 %, sigue el tratamientos Benomyl con 0.68 %, luego esta Carbendazim que tienen un incremento de 0.8 %, los tratamientos que tienen un mayor incremento de la enfermedad durante el tiempo de estudio son: Sin Control con 0.99 % y Captafol con 1.44 % de incremento por día. Esto nos indica que para el control de árboles de hule afectados por mancha mohosa, es recomendable utilizar Hexaconazol debido a que con este tratamiento se logra un menor porcentaje de árboles afectados, en comparación con los otros tratamientos.

Los tratamientos Benomil, Carbendazim, y Mancozeb, mantienen un control del incremento de árboles afectados por mancha mohosa los cuales no excede a 1.06 en la incidencia de la mancha mohosa. El tratamiento Hexaconazol es el que mejor controla la enfermedad por que alcanza un equilibrio de control en 1.03 en la incidencia de la mancha mohosa. Lo que indica que los productores de hule natural deben utilizar Hexaconazol para el control de la incidencia de árboles afectados por mancha mohosa.

La investigación determina que el hexaconazol es el fungicida de mayor efectividad para el control de la mancha mohosa (*Ceratosistis fimbriata*) tanto en incidencia como en severidad.

