

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA

**“EVALUACION DE 3 FUNGICIDAS Y PRACTICAS
CULTURALES PARA EL CONTROL DE LA PUDRICION
NEGRA DE LA MAZORCA DEL CACAO”
(Phytophthora palmivora)**

T E S I S

Presentada a la honorable Junta Directiva
de la Facultad de Agronomía de la
Universidad de San Carlos de Guatemala

P O R:

CARLOS ALBERTO GARRIDO YAEGGY

En el acto de su investidura como:

INGENIERO AGRONOMO

En el grado académico de:

LICENCIADO EN CIENCIAS AGRICOLAS

GUATEMALA, ENERO DE 1981

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central
Sección de Tesis

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

01
T(444)

C. 3

RECTOR

Dr. Leonel Carrillo Reeves

JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE AGRONOMIA

Decano

Vocal Primero

Vocal Segundo

Vocal Tercero

Vocal Cuarto

Vocal Quinto

Dr. Antonio Sandoval Sagastume

Ing. Agr. Carlos Orlando Arjona

Ing. Agr. Salvador Castillo

Ing. Agr. Rudy A. Villatoro

P. A. Efraín Medina

Prof. Edgar Franco Rivera

TRIBUNAL QUE PRACTICO EL
EXAMEN GENERAL PRIVADO

Decano:

Examinador:

Examinador:

Examinador:

Secretario:

Dr. Antonio Sandoval Sagastume

Ing. Agr. Amílcar Gutiérrez

Dr. David Monterroso

Ing. Agr. Marco Antonio Nájera

Ing. Agr. Carlos Salcedo

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.

Aprobado Piedad 19. 1961

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

Referencia:
Plumero

4 de diciembre de 1980

Doctor
Antonio Sandoval
Decano Fac. de Agronomía
Presente

Señor Decano:

Como asesor del estudiante Carlos A. Garrido Yaeegy tengo a bien comunicarle que su trabajo titulado "EVALUACION DE 3 FUNGICIDAS Y PRACTICAS CULTURALES PARA EL CONTROL DE LA PUDRICION NEGRA DE LA MAZORCA DEL CACAO (*Phytophthora palmivora*), cumple con los requisitos necesarios para ser considerado como tesis de grado.

La información obtenida representa un valioso instrumento para la solución de uno de los principales problemas del cultivo de cacao.

Sin otro particular me suscribo atentamente,

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

Ing. Agr. Amílcar Gutiérrez A.
ASESOR

Guatemala, 7 de Diciembre de 1980

Honorable Junta Directiva
Honorable Tribunal Examinador

En cumplimiento con lo establecido en la ley orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, previo a optar al título de Ingeniero Agrónomo en el grado académico de Licenciado en Ciencias Agrícolas, expongo al criterio de ustedes el trabajo de tesis titulado:

**“EVALUACION DE 3 FUNGICIDAS Y PRACTICAS
CULTURALES PARA EL CONTROL DE LA PUDRICION
NEGRA EN LA MAZORCA DEL CACAO”
(Phytophthora palmivora)**

Esperando que el presente trabajo merezca vuestra aprobación.

Atentamente.

Br. Carlos Alberto Garrido Yaeggy.

ACTO QUE DEDICO:

A MIS PADRES:

Rafael Garrido Acevedo
Reyna Yaeggy de Garrido

A MI ESPOSA:

Magda Iris.

A MI HIJO:

Carlos Rafael.

A LA FAMILIA:

Schellenger Garrido.

A LA FAMILIA:

Martínez Vielman.

AGRADECIMIENTO

- Al Ing. Agr. Amílcar Gutierrez, por el asesoramiento y revisión del trabajo escrito.
- Al Area de cuantificación e Investigación de la Facultad de Agronomía, en especial a Luis Reyes y Marino Barrientos, por la colaboración en el análisis estadístico e interpretación de los datos.
- Al Ejercicio Profesional Supervisado (EPSA, ya este trabajo fué realizado durante el desarrollo de dicho ejercicio.
- Al Ing. Agr. Inf. Alberto Hernández, por su colaboración en el presente trabajo.
- Al Centro Universitario de Sur-Occidente (CONSUROC).
- A La Lic. Irma Ramírez, por su valiosa colaboración en la clasificación bibliográfica.
- Al Sr. Santiago Gutierrez, por haber proporcionado el terreno para la realización del presente trabajo.

TABLA DE CONTENIDO

INDICE DE CUADROS:

RESUMEN:

I.- INTRODUCCION:

II.- HIPOTESIS:

III.- OBJETIVOS:

IV.- REVISION DE LITERATURA:

- A.- Organografía y fisiología;
- B.- Ecología;
- C.- Características de la enfermedad;

V.- MATERIALES Y METODOS

- A.- Materiales:
- B.- Métodos:
 - B.1. Descripción del área experimental:
 - B.2. Labores culturales:
 - B.2.1 Limpias:
 - B.2.2 Recolección de mazorcas podridas
 - B.2.3 Fumigación:
 - B.3. Metodología experimental:
 - B.3.1. Diseño experimental:
 - B.3.2. Área experimental:
 - B.3.2.1 Dimensiones:
 - B.3.2.2 U n i d a d experimental:
 - B.3.3 Tratamientos usados:

- B.3.4 Evaluación de los
tratamientos:
- B.3.5 Recuento de mazorcas
enfermas y sanas:
- B.3.6 Cosecha:

VI. PRESENTACION Y DISCUSION DE RESULTADOS:
VI.1 Análisis económico

VII. CONCLUSIONES:

VIII. RECOMENDACIONES:

IX. BIBLIOGRAFIA:

X. APENDICE:

INDICE DE CUADROS

CUADROS	Página
1. Productos químicos, dosificaciones y frecuencias probados para el control de la pudrición negra:	21
2. Porcentaje de mazorcas de cacao sanas en el control de la pudrición negra:	25
3. Análisis de varianza de 19 tratamientos con 3 repeticiones para el control de la pudrición negra:	26
4. Análisis de varianza de 18 tratamientos con 3 repeticiones, para el control de la pudrición negra:	27

APENDICE

CUADROS	Página
1. Costos de control químico para los diferentes tratamientos, en el control de la pudrición negra:	43
2. Costos de control químico para los dos mejores tratamientos, en el control de la pudrición negra:	44
3. Distribución de lluvias obtenidas en el área experimental:	44

R E S U M E N

En la región Sur-Occidental de Guatemala, el cultivo del cacao se ve afectado por una enfermedad, conocida como "Pudrición negra", cuyo síntoma es la pudrición de la mazorca.

La enfermedad se observa principalmente en la mazorca, pero también ataca al árbol en general. Según información de los agricultores de la región, esta enfermedad se ha incrementado considerablemente en los últimos 5 años; se ha observado que la reducción en la producción es bastante significativa, llegándose a estimar casos en que la incidencia de la enfermedad es de un 80-90o/o.

El presente estudio se llevó a cabo con el objeto de ensayar medidas de control químico y cultural para determinar qué productos, dosis y frecuencias de los probados, en combinación con ciertas prácticas culturales, eran eficaces en el control de la enfermedad, y así poder realizar las mejores recomendaciones para su control.

Los productos que se probaron fueron Caldo Bordelés, Tri-Miltox-Forte y Cupravit Forte, a 3 diferentes dosis y a 2 épocas de aplicación.

A través de los dos análisis de varianza efectuados se observó que hubo diferencias significativas entre tratamientos y entre productos, no así entre dosis y frecuencias de aplicación.

Mediante la prueba de comparación de medias (Tukey), del porcentaje de mazorcas sanas alcanzada con estos productos, se determinó que entre Cupravit Forte y Caldo Bordelés, no hubo diferencias significativas, pero ambos fueron más efectivos que el producto Tri-Miltox-Forte.

El producto Cupravit Forte a una dosis de 2.37 Kg/ha. y a una frecuencia de aplicación de 15 días, en combinación con las

prácticas culturales efectuadas, fué el tratamiento que presentó el mejor control y al costo más bajo.

Por otra parte, observaciones de campo permiten concluir que: las condiciones que favorecen al desarrollo de la enfermedad en el área son principalmente: a) Alta humedad relativa, b) alta precipitación, c) alta densidad de sombra y d) residuos de cosechas anteriores.

I. INTRODUCCION

Actualmente el proyecto de cacao de la Dirección General de Servicios Agrícolas (DIGESA), atiende y asesora un promedio de 168 fincas, controlando en un 70 a 80o/o de la producción nacional, la mayoría de éstas fincas se encuentran en la zona del Pacífico, Alta Verapaz e Izabal, con un área de acción de 41 caballerías y con una producción estimativa de 28,500 quintales de cacao seco.

Las estimaciones de incremento de plantaciones de cacao para los años venideros son bastante halagadoras, ya que por el interés que tienen los agricultores al fomento de este cultivo, puede llegarse a un incremento estimativo de un 300o/o, debido a que algunas fincas cuentan con sus propios almácigos para el establecimiento de nuevas plantaciones.

Y mientras se mantengan los precios altos de cacao seco, tanto para el mercado nacional como para el mercado internacional, las proyecciones a un corto plazo, podrían definirse en la estabilidad para que en el futuro se perfile como uno de los cultivos más prometedores, tanto en la Costa sur-occidente como en el Norte y Atlántico del país, en donde se cuenta con grandes extensiones apropiadas para el cultivo, especialmente en la zona de Izabal.

Pero lo más interesante de este cultivo netamente tropical, es que se puede adaptar fácilmente en plantaciones ya establecidas de café, aprovechándose la sombra, sin modificar ni hacer grandes inversiones, sustituyendo los cafetales por nuevas plantaciones de cacao, que a la postre puede ser la esperanza de muchos caficultores en el caso de que llegará a aparecer la Royá del Café en Guatemala.

La finca "San Rafael, Tierras del Pueblo", lugar donde se llevó a cabo el ensayo, pertenece al municipio de Mazatenango, Suchitepéquez, es netamente agrícola, surtiendo con sus productos los distintos mercados existentes en la región Sur-occidental.

Dicha finca es arrendada por 553 agricultores de la región, los cuales rentan un promedio de 11 caballerías. La economía de los mismos está basada en los beneficios que obtengan de sus parcelas, donde el cultivo de cacao es uno de los dos cultivos de mayor importancia juntamente con el café.

Con simples inspecciones que se realicen en el área cultivada de cacao en la finca, así como en las diversas fincas que se encuentran coordinadas por el proyecto de cacao de DIGESA, se puede detectar el fuerte ataque de la pudrición negra de las mazorcas que manifiestan la gran mayoría de plantaciones, notándose los esfuerzos que se hacen para controlar a dicho patógeno, ya que el no combatirlo implica una gran reducción en la producción.

La reducción en la producción causada por dicho patógeno es bastante grande, llegándose a estimar casos en que la incidencia alcanza aproximadamente de 80 a 90o/o. Esto da una idea del estado sanitario en que se encuentran las plantaciones cacaoteras de la región.

La pudrición negra, es una enfermedad incitada por el hongo *Phytophthora palmivora*. Principia su ataque a las pocas semanas de establecidas las lluvias pues el medio apropiado para desarrollarse es la humedad excesiva. Se le encuentra con más frecuencia en las mazorcas de cacao, atacando también el árbol en general, produciendo cáncer en el mismo.

En las mazorcas atacadas, tanto tiernas como maduras, aparece una mancha de color pardusco o casi negro. La mancha puede aparecer en cualquier parte de la mazorca, pero es más

frecuente en la base (final del pedúnculo) o en la punta de la misma.

El avance de la enfermedad hacia el interior del fruto es mucho más lento y si la mazorca está próxima a la madurez, puede hacerse la cosecha antes de que las semillas resulten dañadas. Pero si el ataque afecta a una mazorca joven, la enfermedad alcanzará rápidamente las semillas, cuyo mucílago, al mismo tiempo de desecarse toma una coloración parda, disminuyendo la calidad de la semilla.

II. HIPOTESIS

- 1.- Alguno de los tratamientos va a ser eficaz en el control de la pudrición negra del cacao.
- 2.- El aumento en los costos de producción debido al control de la enfermedad se verá compensado con un mayor rendimiento.

III. OBJETIVOS

A.- Generales:

Controlar el patógeno causante de la producción negra de las mazorcas del cacao.

B. Específicos:

1. Determinar hasta que punto es económico el control químico de *P. palmivora*.
2. Determinar con qué productos, dosis y frecuencia de aplicación, se logra el control más eficiente y económico.

IV. REVISION DE LITERATURA

El cacao pertenece a la familia Esterculiaceae y su nombre científico es Theobroma cacao. (6)

González (9), presenta la clasificación del hongo causante de la pudrición negra del cacao, de la siguiente forma:

Clase:	Phycomycetes.
Sub-clase:	Oomycetidae.
Familia:	Phytiaceae.
Género:	Phytophthora.
Especie:	Palmivora.

A.- Organografía y fisiología del cultivo:

El cacao es cultivado para el aprovechamiento de su fruto (semillas), es un árbol de pequeña talla que puede alcanzar de 5 a 7 metros de altura. Su talla así como la importancia y el desarrollo de su follaje depende mucho del medio ambiente. (4).

La duración del desarrollo del fruto, desde la fecundación hasta la madurez, varía sensiblemente de una mazorca a otra y de un árbol a otro, pero depende sobre todo del origen genético de los árboles, en general el tiempo oscila entre 5 a 7 meses de duración. (4)

B.- Ecología:

Rivera (16), reporta, que para que el cacao crezca satisfactoriamente y sea un cultivo económico, es necesario que el lugar que se destine para el establecimiento de nuevas plantaciones cuente con una temperatura mínima de 21°C., máxima de 30°C y óptima de 25°C., por las siguientes razones:

a). Con temperaturas menores de 21°C, se impide la formación

de flores y por consiguiente no hay cuajamiento de frutos; también puede aparecer con mayor frecuencia la pudrición negra.

- b). Para asegurar una buena brotación de yemas y hojas en las plantas de cacao, la temperatura máxima no debe de exceder de 28°C.

C.- Características de la enfermedad:

Enríquez & Paredes, Luller y Monterroso (7,12 y 13), dicen que esta enfermedad es la más antigua y la más importante de todas las del cacao. Al atacar los frutos de toda edad provoca su podredumbre; pero también es responsable de ataques a las hojas y de la formación de cánceres sobre las ramas y el tronco del árbol.

Según estos autores, los sitios de conservación del inóculo son variados, mazorcas secas adheridas al árbol, cojines florales, restos vegetales y la capa superficial del suelo. Se cree que el inóculo inicial se encuentra fundamentalmente en el suelo, sufriendo el principal daño las mazorcas. Primero son afectadas las mazorcas que están en la base del tronco, luego la propagación es hacia arriba. En ellas la infección aparece como manchas pardas, oscuras, que rápidamente se agrandan y extienden por toda la superficie y a través de la mazorca. Las semillas se infectan y resultan inservibles y un plazo de 10 a 15 días la mazorca está totalmente podrida.

Según Monterroso (12), el patógeno sobrevive en las pilas de desecho en un 80o/o. Así mismo dice, que la germinación de las zoosporas requiere de la presencia de agua, es por esto que la contaminación empieza casi siempre por el ápice del fruto, que a causa de su forma, retiene el agua formando una gota, dentro de la cual las zoosporas ciliadas pueden desplazarse, germinar e infectar el fruto al penetrar por los estomas o a través de la

epidermis. El patógeno puede conservarse igualmente de una estación a otra por clamidosporas, que se forman en el interior del tejido enfermo y que son liberadas al podrirse estos tejidos.

Waite y Diaz (19), reportan que, evidencias indirectas y observaciones directas preliminares indicaron que el hongo, en ausencia de una fuente de nutrición, sobrevive en forma de clamidosporas. Estas formas de propagación son arrastradas al suelo donde permanecen inactivas hasta que por el salpique de la lluvia caen sobre las mazorcas más bajas, produciendo infecciones en ellas.

Según Muñoz (14), el hongo se propaga ayudado por el hombre, insectos, viento, o con mayor frecuencia por salpicaduras o goteo de agua que escurre de superficies enfermas a sanas transportando de esta forma las esporas.

Enríquez y Paredes (7), dicen que la precipitación, humedad relativa y temperatura, son los factores climáticos que inciden en la severidad de la enfermedad. La precipitación favorece a la enfermedad ya que la presencia de humedad en los árboles de cacao es esencial para la reproducción del hongo y de la infección. El número de días lluviosos y el número de horas de lluvia por día son importantes por cuanto determinan el tiempo que los árboles permanecieron mojados. Una alta humedad relativa, también favorece a la enfermedad, porque retarda la evaporación de la humedad, en la superficie del árbol, producida por la lluvia o por el rocío, ya que el hongo alcanza su máxima reproducción a los 18° a 20°C.

Muñoz (14), informa que para evitar que la enfermedad ocasione fuertes pérdidas (del 30 al 60o/o o más de la cosecha), debe tomarse muy en cuenta las siguientes medidas preventivas:

- 1.— Regulación de sombra.
- 2.— Limpias a tiempo.
- 3.— Podas a los árboles de cacao.
- 4.— Deschuponado y deshije.

Atendiendo estas recomendaciones, la plantación tendrá suficiente luminosidad y circulación de aire, por lo que la humedad será normalizada.

Monterroso (12), señala que en relación al control químico, lo esencial, es tratar de limitar al máximo todas las fuentes de inóculo de la plantación, por lo menos cada 8 días en la estación lluviosa, todos los frutos jóvenes y mazorcas que presenten alguna lesión que indique el inicio del ataque, deben ser removidos y destruidos periódicamente.

Aunque, deben recogerse cada segundo día, todas las mazorcas enfermas ya sea de los árboles o del suelo. Y que para evitar la diseminación de las esporas se deben utilizar para el transporte de las mazorcas enfermas, sacos con revestimiento interior de plástico, llevando las mazorcas enfermas fuera de la plantación y destruyéndolas por medio del fuego, o enterrándolas profundamente.(2).

Bailey y García (1), reportan que para el control de la "Pudrición negra de la mazorca" del cacao causada por *Phytophthora palmivora* se han estudiado diversos métodos sobre-enfatizando el químico y la búsqueda de resistencia, y aunque ésta ha dado resultados prometedores, éstos no han conducido en forma consistente a un combate efectivo por lo que a la fecha el combate depende de la aplicación de fungicidas.

De acuerdo con Befeller, Enríquez & Paredes y Luller (3, 7 y 13), para tener éxito, las aspersiones deben estar acompañadas de medidas profilácticas o sean medidas que tiendan a disminuir la fuente de inóculo. Las aspersiones, especialmente con compuestos de cobre, son todavía el método más usado para el combate de la pudrición negra.

Según Muñoz (14), se obtienen resultados satisfactorios con aspersiones periódicas de caldo bordelés, a intervalos de 20 a 30 días cada una. Luego debe estarse observando la plantación y al aparecer un nuevo brote, realizar nuevamente las aspersiones a los 6 u 8 árboles que rodeen aquel en donde apareció dicho brote.

Monterroso (12), recomienda en relación a la aplicación de químicos el uso de caldo bordelés, el óxido de cobre en solución acuosa al 10/o, aunque recientemente se ha puesto de manifiesto la eficacia del acetato de trifeníl estaño.

Enríquez y Paredes (7), dicen que en Centro América no se adoptan programas rutinarios de aspersiones y que un plan posible sería rociar con Kocide 101 (Hidróxido cúprico) en una concentración de 20/o con 0.050/o de adherente, a razón de 140-160 litros por hectáreas.

Chonlong, citado por Paredes (17), evaluó la eficacia del Dithane M-45 (Sal etilénica doble de zinc y de manganeso del ácido ditiocarbónico) Cobrethone (Nombre comercial) y Kocide 101, aplicados mensualmente a una dosis de 3 Kg/ha. de producto comercial disuelto en 151 litros de agua, agregando el adherente Tritón ST, en concentración de 0.250/o. Se utilizaron los clones UF-221 altamente susceptibles y UF-613 moderadamente resistente. En ambos clones el Kocide 101 fué el más efectivo.

Luller (13), reportó una gran variedad de fungicidas para el control de *Phytophthora palmivora*, el caldo de referencia fué una preparación acuosa al 10/o de oxícloruro tetracúprico graduado al

50o/o de cobre. Los fungicidas probados fueron: Caldo Bordelés, el Burcop (Clado Borgoñés), Perenox (Oxido de cobre), Kocide 101, Moloss (Nombre comercial), Cupromix (Nombre comercial), Zinosán (Etileno-bis-ditiocarbamato de zinc), Manesán (Etileno-bis-ditiocarbamato de manganeso), Antracol (Propileno-bis-ditiocarbamato de zinc), Polyram combi (disulfuro de polietileno tharrame activado al zinc), Tuxet (metilarsine dimetil ditiocarbamato), Brestanol (cloruro de trifenil estaño), Duter (Hidróxido de trifenil estaño), Stannoram (Nombre comercial), Orthodifolatan 80 (tetracloro-1,1,2,2- etil) Thiotetrahydrophthlamide), Actidione (4-2 de cyclohexamida), T e r r a z o l e (5-etoxi-3-triclorometil -1,2,4- tiadiazol) y 6509 de Bayer.

De todos los fungicidas probados, el Brestanol de Hoecht, presentó una eficacia netamente superior a la del cúprico de referencia para una concentración de 0.16o/o y para ser empleado con éxito hasta el 0.12o/o de producto comercial.

Wood (20), reporta que, en una granja debido a haber pulverizado fungicida a base de cobre (Cupravit al 1.5o/o) a razón de 50 Lts/ha, se consiguió reducir las pérdidas al 12o/o.

Orellana y Siller, citados por Befeller (3), afirman que aspersiones de caldo bordelés en ciclos de 30-35 días, controlan eficientemente y aumentan significativamente la producción.

Newhall, Paredes y Salazar (15), reportan que en Turrialba, se comparó el fungicida orgánico Dithane M-45 y Difolatán con un hidróxido cúprico llamado Kocide 101 y con caldo bordelés. De todos éstos, el caldo bordelés fué el fungicida más efectivo. Quedando claro que los fungicidas orgánicos no pudieron combatir la pudrición de las mazorcas tan bien como los fungicidas a base de cobre.

Enríquez y Paredes (7), dicen que el uso de cultivos

resistentes es casi siempre la forma más eficiente y económica de controlar cualquier enfermedad. La mayoría de cultivares de cacao en el mundo entero son en mayor o menor grado susceptibles a *Phytophthora palmivora*. Así mismo consignan, que cultivares con buena resistencia identificados en el CATIE (Turrialba) y en la Fca. la Lola, (Costa Rica) son: Scavina-6, Scavina-12, Catongo, CC-22, UF-613, Pound-7 y EET-59. También informan que la enfermedad puede ser controlada por la combinación de tres enfoques: Control Cultural, Uso de fungicidas y uso de cultivares resistentes.

Busse, sugirió que los frutos de cáscara lisa muestran una tendencia a la resistencia debido a la fácil remoción de los zoosporangios por el agua de lluvia. (5).

Miranda y Cruz, informaron que en Brasil el clon SIC-28 se ha comportado como altamente resistente. Sin embargo, resultó susceptible en Trinidad en ensayos cuando se hicieron inoculaciones en hojas. (5).

Hansen, en Costa Rica, informó que los clones UF-613, UF-12 y CC-3 son menos susceptibles que la mayoría de otros clones y que el UF-677 y UF-221 son altamente susceptibles. (5).

V.- MATERIALES Y METODOS

A.- Materiales

1.—Fungicidas: Caldo bordelés, Tri-Miltox-Forte y Cupravit
Forte.

2.—Instrumentos de labranza.

- a— Machetes.
- b— Rastrillos.
- c— Pichas

3.—Cinta métrica.

4.—Pintura.

5.—Canastos.

6.—Morrales.

7.—Carreta de mano.

8.—Cubeta.

9.—Agua.

10.—Bomba asperjadora.

11.—Balanza granataria.

B.— Métodos:

B.1.— Descripción del área experimental:

El presente trabajo se realizó en la finca municipal "San Rafael, Tierras del Pueblo", a la misma se le dió la categoría de aldea en el III censo agropecuario nacional, en 1979, perteneciendo al municipio de Mazatenango, Suchitepéquez. Su posición geográfica es de 14° 30' Latitud Norte y 91° 32' Longitud Nor-oeste, con respecto al meridiano de Greenwich, encontrándose la finca dentro de la cuenca denominada Sis-Ican.

San Rafael, se encuentra a 271 MSNM, con una temperatura promedio anual de 25°C., y con una precipitación promedio anual de 4,000 m.m.

Durante el tiempo que duró el ensayo que fué de Junio a Octubre de 1980, la precipitación y la temperatura media obtenida en el área del ensayo fué de 3,508 m.m. y 27.21°C, respectivamente. Ver cuadro No. 3 apéndice.

Según Holdridge (10), la zona ecológica correspondiente es "Sub-Tropical muy húmedo seco".

Según Simons (18), la serie de suelos de la región es, Serie Mazatenango, y la cual pertenece al Sub-grupo B del Grupo de suelos II, o sea suelos del Declive del Pacífico. Son suelos profundos desarrollados sobre cenizas volcánicas de color café claro, en relieve suavemente inclinado, bien drenados, con capacidad agronómica III.

Los suelos presentan una profundidad media de 1.5 a 2.0 metros, con una textura franca arcillosa que tiende a franca.

B.2.— Labores culturales:

B.2.1.— Limpias:

Las limpieas que se efectuaron en el área experimental fueron tipo plateo. El plateo consistió en eliminar la hojarasca que se encontraba en la base del tronco de los árboles tratados, no así en los árboles que sirvieron de testigo. El plateo se hizo a un metro de radio del tronco realizándose el mismo con un rastrillo de madera.

Esta práctica se llevó a cabo con el objeto de eliminar la mayor humedad posible de cada tratamiento, ya que el

suelo es la principal fuente de inóculo de la enfermedad.

Los plateos se hicieron cada 20 días a manera de mantener deshojada la superficie que rodea la base del tronco, o sea la zona de plateo que fué de 1 metro de radio.

B.2.2.— Recolección de mazorcas podridas:

Esta práctica consistió en recolectar toda mazorca joven o madura que presentara indicios de la enfermedad, a manera de limitar al máximo la fuente de inóculo presente en el árbol. Esta recolección se inició al momento de hacer la primera lectura de control que fué el 2 de Junio.

Las mazorcas adheridas al árbol se recolectaron utilizando una pica o cuchilla, también se procedió a la recolección de mazorcas podridas que se encontraban en el suelo, dentro del radio del plateo de cada tratamiento. Una vez efectuada la recolección de dichas mazorcas, se procedió a la quema de las mismas fuera de la plantación.

Al igual que los plateos, ésta recolección se efectuó únicamente en los tratamientos y no así en los testigos, realizándose cada 8 días durante el tiempo que duró el ensayo.

B.2.3.— Fumigación:

La aplicación de los productos químicos, se efectuó por medio de una bomba asperjadora con una capacidad de 5 gls.

La primera aplicación de cada tratamiento se hizo al suelo, en la zona de plateo.

Se utilizó un aguilón en la bomba de 2 metros de largo, esto debido al tamaño de los árboles de la plantación y para lograr una mayor cobertura en cada aplicación.

B.3.— Metodología experimental:

B.3.1.— Diseño experimental

En el campo se empleó el diseño experimental bloques al azar; sin embargo, para el análisis estadístico de los resultados obtenidos se utilizó el análisis de varianza para bloques al azar y el análisis de varianza para bloques al azar con estructura factorial. El diseño consistió de 18 tratamientos y 3 repeticiones.

B.3.2.— Area experimental:

B.3.2.1.— Dimensiones:

Largo:	37 Metros.
Ancho:	38 " "
Area:	1406 Metros ²

B.3.2.2.— Unidad experimental:

El número de unidades experimentales fué de 54; contando cada unidad experimental las siguientes características:

La unidad experimental, fué representada por una pareja de árboles. En cada pareja, un árbol tomado al azar no fué tratado (testigo); y el otro constituyó el tratamiento. Es decir, que un total de 108 árboles constituyeron el área experimental.

La idea central de utilizar parejas de árboles por unidad experimental, es la miniaturización del ensayo a fin de

colocarlo al máximo en las condiciones de homogeneidad.

B.3.3.— Tratamientos usados:

En la evaluación de fungicidas, dosis y frecuencias de aplicación, para el control de la pudrición negra de las mazorcas de cacao, los tratamientos fueron los siguientes:

Cuadro No. 1
Productos químicos, dosificaciones y frecuencias
probados para el control de la pudrición negra

Tratamientos*	Nomb. Comercial	Dosis Kg/ha/270 Lt Agua	Frecuencia Días
1	Caldo bordelés	3.75	10
2	Caldo bordelés	3.75	15
3	Caldo bordelés	6.25	10
4	Caldo bordelés	6.25	15
5	Caldo bordelés	8.75	10
6	Caldo bordelés	8.75	15
7	Tri-Miltox-Forte	0.50	10
8	Tri-Miltox-Forte	0.50	15
9	Tri-Miltox-Forte	1.13	10
10	Tri-Miltox-Forte	1.13	15
11	Tri-Miltox-Forte	1.75	10
12	Tri-Miltox-Forte	1.75	15
13	Cupravit Forte	2.37	10
14	Cupravit Forte	2.37	15
15	Cupravit Forte	3.96	10
16	Cupravit Forte	3.96	15
17	Cupravit Forte	5.54	10
18	Cupravit Forte	5.54	15

*= Es importante recalcar que cada tratamiento contó además con las prácticas culturales ya descritas.

B.3.4.— Evaluación de los tratamientos:

Para la evaluación se tomó en cuenta el porcentaje de efectividad que tuvo cada uno de los tratamientos, o sea que la variable respuesta a evaluar fué, el porcentaje de mazorcas buenas.

B.3.5.— Recuento de mazorcas enfermas y sanas:

El método utilizado en los recuentos consistió en realizar observaciones cada 8 días, en cada árbol tratado se contaban las mazorcas tanto buenas como enfermas. Considerándose como mazorca enferma aquella que presentara una mancha o más en su superficie, por muy pequeña que ésta fuera, puesto que los productos utilizados son únicamente de acción preventiva y por consiguiente cualquier indicio de enfermedad ya no sería controlado y éste continuaría creciendo hasta lograr una cobertura total y en el transcurso de 8 a 10 días las mazorcas estarían completamente podridas.

De acuerdo a lo anterior, se efectuaron un total de 15 observaciones con un intervalo de 10 días. Las fechas de las lecturas fueron: 2 de junio, 12 de junio, 22 de junio, 2 de julio, 12 de julio, 22 de julio, 1 de agosto, 11 de agosto, 21 de agosto, 31 de agosto, 10 de septiembre, 20 de septiembre, 30 de septiembre, 10 de octubre y 20 de octubre, respectivamente del año de 1980.

B.3.6.— Cosecha:

La cosecha de las mazorcas se hizo de acuerdo a como éstas iban madurando, llevándose un control del número de mazorcas cosechadas, juntamente con las lecturas de cada observación que se realizaron.

Considerandose mazorcas maduras todas aquellas que presentaran desde líneas amarillentas en su superficie hasta una coloración amarilla total.

VI.- PRESENTACION Y DISCUSION DE RESULTADOS

Cuadro No. 2

Porcentaje de mazorcas de cacao sanas durante el ensayo con los fungicidas, Caldo bordelés, Tri-Miltox-Forte y Cupravit Forte, con 3 dosis y 2 frecuencias de aplicación, para el control de la pudrición negra.

R E P E T I C I O N E S				
Tratamientos*	I	II	III	PROMEDIO
1	100.0	84.2	77.3	87.2
2	95.2	78.7	100.0	91.3
3	100.0	100.0	100.0	100.0
4	94.3	80.0	97.6	90.6
5	97.7	95.6	97.0	96.7
6	83.3	95.0	78.4	85.6
7	73.8	78.9	76.9	76.5
8	81.3	72.1	80.0	77.8
9	91.4	91.7	77.8	86.97
10	91.7	78.6	80.0	83.4
11	78.4	69.6	90.5	79.5
12	100.0	92.6	68.0	86.9
13	100.0	96.7	92.0	96.2
14	94.6	100.0	86.5	93.7
15	92.3	100.0	100.0	97.4
16	100.0	70.4	79.3	83.2
17	100.0	96.7	100.0	98.9
18	100.0	100.0	84.4	94.8
19	25.8	55.0	40.52	40.44 TESTIGO

*= Descripción de cada uno en cuadro No. 1

Los resultados del cuadro No. 2, se sometieron a un análisis de varianza de bloques al azar simple, para conocer el comportamiento de los tratamientos químicos en base a los resultados obtenidos por el testigo, ver cuadro No. 3.

Cuadro No. 3
Análisis de varianza de 19 tratamientos con
3 repeticiones para el control de la pudrición

Fuente de variación	Grados de libertad	Cuadrados medios	F Observada	F 0.05	F 0.01
Bloques	2	119.595			
Tratamientos	18	530.18	6.58	2.01	2.7**
Error	36	80.52			
Total	56				

**= Altamente significativo estadísticamente, por lo que se acepta la primera hipótesis formulada.

El coeficiente de variación es el siguiente:

$$C.V. = \frac{\sqrt{C.M.E.}}{X} \times 100$$

$$C.V. = \frac{\sqrt{80.52}}{86.69} \times 100$$

$$C.V. = 10.35\%$$

Los mismos resultados del cuadro No. 2, se sometieron a un análisis de varianza de bloques al azar con estructura factorial, para conocer el comportamiento de cada uno de los tratamientos a través de sus interacciones. Ver cuadro No. 4.

Cuadro No. 4
Análisis de varianza de 18 tratamientos con 3 repeticiones, para el control de la pudrición negra.

Fuente de variación	Grados de libertad	Cuadrados medios	F Observada	F 0.05	F 0.01	
Bloques	2	190.84375	2.78	3.32	5.39	N.S.
Tratamientos	17	162.94484	2.37	2.01	2.7	*
Productos (A)	2	763.75	11.14	3.32	5.39	**
Dosis (B)	2	62.78	0.916	3.32	5.39	N.S.
Frecuencia (C)	1	173.13	2.53	4.17	7.56	N.S.
InterAcc. AB	4	83.86	1.23	2.69	4.02	N.S.
interAcc. AC	2	95.16	1.39	3.32	5.39	N.S.
InterAcc. BC	2	114.47	1.67	3.32	5.39	N.S.
interAcc. ABC	4	47.30	0.69	2.69	4.02	N.S.
Error	34	68.53676				
Total	53					

N.S. = No significativo estadísticamente.

* = Significativo estadísticamente, por lo que la primera hipótesis formulada se acepta.

** = Altamente significativo estadísticamente.

El coeficiente de variación es el siguiente:

$$C.V. = \frac{\sqrt{C.M.E}}{x} \times 100$$

$$C.V. = \frac{\sqrt{68.53676}}{89.26} \times 100$$

$$C.V. = 9.27\%$$

El cuadro No. 3, representa el análisis de varianza de los 19 tratamientos con 3 repeticiones, para el control de la pudrición negra.

Los resultados presentaron una alta diferencia significativa entre tratamientos, por lo que se práctico la prueba de Tukey (W) en donde:

$$\begin{aligned}
 W &= q(t, GLE)_{oc} \cdot S_x \\
 W &= q_{(19, 36) 0.05} \cdot \sqrt{\frac{80.52}{13}} \\
 W &= 5.43 \times 5.18 \\
 W &= 28.13
 \end{aligned}$$

es usado como un valor de comparación, llegándose a establecer que de las diferencias de medias, los 18 tratamientos químicos tuvieron una diferencias significativa sobre el testigo. Esto indica, que cualquiera de los 18 tratamientos probados son más efectivos que el testigo de referencia.

El cuadro No. 4, representa el análisis de varianza de 18 tratamientos con 3 repeticiones, para el control de la pudrición negra.

Los resultados presentaron una alta diferencia significativa entre productos, por lo que se les practicó la prueba de Tukey (W), en donde:

$$W = q(3, 34)0.05 \cdot \sqrt{\frac{68.53676}{3 \times 2 \times 3}}$$

$$W = 3.49 \times 1.95$$

$$W = 6.8$$

es usado como un valor de comparación, llegándose a establecer que de los siguientes promedios, los comprendidos con igual letra se comportan estadísticamente igual.

Cupravit Forte	94.03	a
Caldo Bordelés	91.9	a
Tri-Miltox-Forte	81.85	b

Esto indica que entre los productos Cupravit Forte y Caldo bordelés, no hubo diferencias significativas, pero que ambos son más efectivos que el Tri-Miltox-Forte.

En todos los tratamientos de Cupravit Forte existió la enfermedad en un promedio de 5.87o/o, lo que no ocurrió en los tratamientos de Caldo bordelés, en el que existió un porcentaje de 8.1o/o e incluso hubo un tratamiento con 0o/o de aparición de la enfermedad.

Ahora bien, como no existió diferencias significativas entre dosis, frecuencias y entre interacciones. Cualquier dosis y cualquier frecuencia pueden ser las adecuadas para el control de la pudrición negra. Pero en base al análisis económico se determinará qué tratamiento es el más adecuado para el control.

VI.1- Análisis económico

Mediante el análisis económico efectuado para cada tratamiento (ver cuadro No. 1 apéndice) y del resultado obtenido de los análisis de varianza, mediante la prueba de Tukey, se determinó que el mejor tratamiento fué el No. 14, compuesto por Cupravit Forte, a una dosis de 2.37 Kg/ha y a una frecuencia de aplicación de 15 días. Obteniéndose un porcentaje de efectividad del 93.7o/o a un costo de Q.104.50, lo cual significa un incremento del 53.26o/o de mazorcas sanas que en el testigo. Ver cuadro No. 2 apéndice.

En orden de importancia, le sigue el tratamiento No. 2, compuesto por Caldo bordelés, a una dosis de 3.75 Kg/ha y a una frecuencia de 15 días, donde se obtuvo un porcentaje de efectividad del 91.3o/o a un costo de Q.165.35, lo cual significa un incremento del 50.86o/o en los rendimientos que al no aplicar ningún tratamiento. Ver cuadro No. 2 apéndice.

El tratamiento No. 7, compuesto por Tri-Miltox-Forte a una dosis de 0.5 Kg/ha y a una frecuencia de aplicación de 10 días, fué el menos eficaz en el control de la enfermedad, ya que obtuvo un porcentaje de control del 76.5o/o y a un costo de Q.34.00, equivaliendo a un incremento del 36.05o/o sobre el testigo.

VII.- CONCLUSIONES

- 1.- Todos los tratamientos controlaron en menor o mayor grado la enfermedad, independientemente del producto, dosis y frecuencia de aplicación.
- 2.- Los tratamientos más efectivos para el control fueron los compuestos por caldo bordelés a una dosis de 6.25 Kg/ha y a una frecuencia de aplicación de 10 días, y el compuesto por Cupravit Forte a una dosis de 5.54 Kg/ha, a una frecuencia de 10 días. Sin embargo, elevan considerablemente los costos de producción.
- 3.- El mejor tratamiento de acuerdo a su análisis económico y a su efectividad fué el compuesto por Cupravit Forte a una dosis de 2.37 Kg/ha y a una frecuencia de aplicación de 15 días.
- 4.- En todos los tratamientos hubo presencia de la enfermedad, a excepción del tratamiento compuesto por Caldo bordelés a una dosis de 6.25 Kg/ha. a 10 días de aplicación, donde hubo un control de la enfermedad del 100o/o.
- 5.- La frecuencia de aplicación más económica fué la de cada 15 días, sin embargo hubo un mejor control haciéndolas cada 10 días.
- 6.- Los costos en el control se vieron aumentados pero el incremento en la producción fué mucho mayor que el rendimiento obtenido en los testigos. por lo que la segunda hipótesis se acepta.

VIII.- RECOMENDACIONES

- 1.- Para el control de la enfermedad, se recomienda que el mismo sea integrado, es decir, uso de prácticas culturales, uso de fungicidas y uso de cultivares resistentes a dicha enfermedad y no únicamente un control químico.
- 2.- Para el control de la enfermedad, el uso de bombas de mochila de presión constante, con la máxima capacidad posible y con un aguilón acorde al tamaño de los árboles de la plantación, proporcionan una mejor cobertura en la aplicación y se obtiene una mayor eficiencia en el trabajo.
- 3.- Las aplicaciones de los productos químicos deben de realizarse por lo menos con 8 horas de anticipación a las lluvias, para evitar el lavado de los productos. De preferencia usar adherentes cuando el producto lo requiera.
- 4.- El intervalo de aplicación deberá reducirse cuando el período de lluvias sea más intenso.

IX.- BIBLIOGRAFIA CITADA

- 1.- BAILEY, A. M. y GARCIA R. Algunos organismos antagónicos a *Phytophthora palmivora*, causante de la pudrición negra de la mazorca del cacao. *Fitopatología (Costa Rica)* 12(2): 97-101. 1978.
- 2.- BAYER. Plagas y enfermedades en el cultivo del cacao. Guatemala, Servicio Técnico Bayer, s. f. PP. 20-22.
- 3.- BEFELLER, P. Investigación sobre el uso de adherentes en fungicidas en el control de *Phytophthora Palmivora*. In. Conferencia Interamericana de Cacao, 6a. Colombia, 1958. Colombia, s. e. 1958. PP. 118-119.
- 4.- BRAUDEAU, J. El cacao. Trad. Angel M. Hernández. Barcelona, Blume, 1970. 197 p.
- 5.- CENTRO INTERAMERICANO DEL CACAO. Variedades de cacao resistentes a *Phytophthora palmivora*. Cacao (Turrialba, Costa Rica) 10(1): 1-17. 1966.
- 6.- CRONQUIST, A. Introducción a la botánica. Trad. Antonio Marino Ambrocio. 2a. ed. México, Continental, 1977. pp. 89-90.
- 7.- ENRIQUEZ, G. y PAREDES, A. Curso sobre el cultivo del cacao. Turrialba, Costa Rica, CATIE, 1979. pp. 73-77.
- 8.- FROHLICH, G. y RODEWALD, W. Enfermedades y plagas de las plantas tropicales. Trad. Gertraude Bayo. México, UTEHA, 1970. pp. 93-95.

- 9.- GONZALEZ, L. C. Introducción a la fitopatología. Costa Rica, IICA, 1977. pp. 16-19. (Serie: Libros y materiales educativos No. 29).
- 10.- HOLDRIDGE, L. R. Mapa de zonificación ecológica de Guatemala, según sus formaciones vegetales. Guatemala, Ministerio de Agricultura, SCIDA, 1958. pp. 19.
- 11.- HUNTER, J. R. Límites climáticos del cacao, café y hule.- Turrialba, Costa Rica, IICA, 1959. pp. 4-5.
- 12.- INFORME GENERAL de los viajes de estudio, otoño 1976. Chapingo, México, 1976. Informe de David Moterroso, México, 1976. pp. 145-147.
- 13.- MESA REDONDA sobre la lucha química contra la "Pudrición negra" de las mazorcas del cacao, la, Bahía, Brasil, 1977. Reporte presentado por Raoul A. Luller, CEPEC, 1977. 9 p.
- 14.- MUÑOZ, A. Pudredumbre negra del cacao. Guatemala, Instituto Agropecuario Nacional, s. F. 4 p.
- 15.- NEWHALL, a., PAREDES, A. y SALAZAR, G. Estudios con fungicidas en el combate de la pudrición de la mazorca de cacao causado por *Phytophthora palmivora*. Cacao (Turrialba, Costa Rica) 12(3): 27-30. 1966.
- 16.- RIVERA, S. El cultivo racional y beneficiado del cacao. Guatemala, INTECAP, 1978. 36 p.
- 17.- SEMINARIO BREVE reseña de las variedades de cacao y algunos resultados de las investigaciones en Costa Rica, Turrialba, Costa Rica, 1977. Turrialba. CATIE, 1977. pp. 17-18.

- 18.- SIMONS, C. S., TARANO, J. S. y PINTO, J. H. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la República de Guatemala. Guatemala, "José de Pineda Ibarra", 1959. 1000 p.
- 19.- WAITE, B. y DIAZ, F. The survival of *Phytophthora palmivora* in cacao plantations in the chlamydospore stage. *Cacao* (Turrialba, Costa Rica) 13(2); 10-13. 1968.
- 20.- WOOD, G. El cultivo del cacao en Venezuela, Colombia y Ecuador. Inglaterra, Cadbury Brothers LTD, 1959. 59 p.

Vo.Bö.

Lcda. Olga M. Ramírez C.

X.- APENDICE.

Cuadro No. 1..
Costos de control químico para los diferentes tratamientos
en el control de la pudrición negra.

Tratamientos	PRODUCTOS	DOSIS kg/ha.	TOTAL DE FUMIGACIONES POR TEMPORADA*	CANTIDAD DE PRODUCTO TEMPORADA Kg/ha.	COSTO TOTAL Q.
1	Caldo bordelés	3,75	15	56,25	248,00
2	Caldo bordelés	3,75	10	37,5	165,35
3	Caldo bordelés	6,25	15	93,75	413,37
4	Caldo bordelés	6,25	10	62,50	275,58
5	Caldo bordelés	8,75	15	131,25	578,71
6	Caldo bordelés	8,75	10	87,25	385,80
7	Tri-Miltox-Forte	0,5	15	7,5	34,72
8	Tri-Miltox-Forte	0,5	10	5,0	23,15
9	Tri-Miltox-Forte	1,13	15	16,95	78,47
10	Tri-Miltox-Forte	1,13	10	13,00	60,19
11	Tri-Miltox-Forte	1,75	15	26,25	121,53
12	Tri-Miltox-Forte	1,75	10	17,5	81,02
13	Cupravit Forte	2,37	15	35,55	156,75
14	Cupravit Forte	2,37	10	23,7	104,5
15	Cupravit Forte	3,96	15	59,4	261,9
16	Cupravit Forte	3,96	10	39,6	174,6
17	Cupravit Forte	5,54	15	83,1	366,4
18	Cupravit Forte	5,54	10	55,4	244,3

NOTA: Los tratamientos impares les corresponde la frecuencia de 10 días y a los pares la frecuencia de 15 días.

* = del 2 de Junio al 20 de Octubre de 1980.

Cuadro No. 2.

Costos de control químico para los dos mejores tratamientos, en el control de la pudrición negra.

Tratamiento #	Producto	Dosis Kg/ha	Frecuencia Días	Costo Q.	Incremento o/o
14	Cupravit Forte	2.37	15	104.5	53.26
2	Caldo bordelés	3.75	15	165.35	50.86

Cuadro No. 3.

Distribución de lluvias y temperaturas obtenidas en el área experimental 1980.

Mes	PRECIPITACION	TEMPERATURA °C		
	(m.m.)	Máxima	Mínima	Media
Junio	828.04	33.26	21.7	27.48
Julio	683.27	33.5	21.65	27.67
Agosto	594.36	32.56	21.42	26.99
Septiembre	645.16	32.58	21.48	27.03
Octubre	756.92	32.53	21.27	26.90

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



Referencia _____

Asunto _____

FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apartado Postal No. 1545

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

I M P R I M A S E


Dr. Antonio Sandoval
D E C A N O



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

Biblioteca Central

Sección de Tesis