

D. L.
01
T(501)
C. 3

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA

MEDIDAS DE COMBATE DE LA PUDRICION NEGRA
(Phytophthora palmivora Buell) DE LA MAZORCA
DEL CACAO (Theobroma cacao L.)



EN EL GRADO ACADEMICO DE
LICENCIADO EN CIENCIAS AGRICOLAS

Guatemala, Marzo de 1984.

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR

Dr. Eduardo Meyer Maldonado

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

DECANO:	Ing. Agr. César A. Castañeda S.
VOCAL 1o.:	Ing. Agr. Oscar R. Leiva Ruano
VOCAL 2o.:	Ing. Agr. Gustavo A. Méndez G.
VOCAL 3o.:	Ing. Agr. Rolando Lara Alecio
VOCAL 4o.:	Prof. Heber Arana
VOCAL 5o.:	Prof. Leonel Gómez Leonardo

TRIBUNAL QUE PRACTICO EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO:	Ing. Agr. César A. Castañeda S.
EXAMINADOR:	Ing. Agr. Rolando Aguilera.
EXAMINADOR:	Ing. Agr. Aníbal B. Martínez M.
EXAMINADOR:	Ing. Agr. Mario Raúl Morales Silva
SECRETARIO:	Ing. Agr. Rodolfo Albizúrez Palma



Referencia
Asunto
.....

FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apartado Postal No. 1545

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

13 de marzo de 1984

Ingeniero
César A. Castañeda S.
Decano Facultad de Agronomía
Presente

Señor Decano:

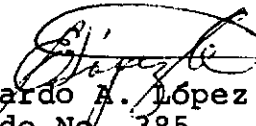
Tengo el honor de dirigirme a usted, para hacer de su conocimiento que, atendiendo la designación que me hiciera ese Decanato, he procedido a asesorar y revisar el trabajo de tesis del estudiante GABRIEL HEBERTO GUZMAN MONCADA, Carnet No. 79-15109, titulado "Medidas de combate de la pudrición negra (Phytophthora palmivora Butl) de la mazorca del cacao (Theobroma cacao L.).

Considero que el presente trabajo reúne todos los requisitos exigidos para su aprobación, por lo que me complace comunicárselo para los efectos consiguientes.

Sin otro particular, le reitero mis muestras de consideración y respeto.

Atentamente,

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"


Ing. Agr. Eduardo A. López Cabrera
Colegiado No. 385

EALC/tdev.

Guatemala,
16 de Marzo de 1984.

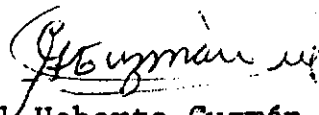
HONORABLE JUNTA DIRECTIVA
HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

De conformidad a las normas establecidas por la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de presentar a vuestra consideración el trabajo de tesis titulado:

"MEDIDAS DE COMBATE DE LA PUDRICION NEGRA (Phytophthora palmivora Butl) DE LA MAZORCA DEL CACAO (Theobroma cacao L.)"

Presentándolo como requisito previo a optar el título de Ingeniero Agrónomo en el grado académico de Licenciado en Ciencias Agrícolas.

Esperando contar con la aprobación del mismo, me suscribo de ustedes atentamente.



Gabriel Heberto Guzmán Moncada
Carnet No. 79-15109

ACTO QUE DEDICO

A DIOS:

A MIS PADRES:

Jesús Guzmán Espinoza
María Antonia Moncada de Guzmán

A MI ESPOSA:

Irasema Arriola de Guzmán

A MI HIJO:

Gabriel Antonio

A MIS HERMANOS:

Nimia
Jesús Francisco
Karla
Iván
Samín

A MI SOBRINA:

Ivania María

A MIS ABUELITOS:

Gabriel Guzmán (Q.E.P.D.)
Victoria Espinoza de Guzmán (Q.E.P.D.)
Francisco Moncada M.
Graciela Calderón de Moncada

A MIS TIOS:

Manuel Moncada
Tereza Leiva Guzmán

A MIS FAMILIARES
Y AMIGOS

TESIS QUE DEDICO

- A: Mi patria Nicaragua.
- A: Guatemala.
- A: La Universidad de San Carlos de Guatemala.
- A: La Facultad de Agronomía.
- AL: Centro de Estadística y Cómputo.

AGRADECIMIENTOS

- A la Administración del Centro de Agricultura Tropical Bulbuxyá, por el apoyo logístico brindado. En especial a mi asesor Ing. Agr. Arturo López Cabrera.
- Al Centro de Estadística y Cómputo, por la colaboración brindada. En especial al Ing. Agr. Víctor Manuel Álvarez Cajas.
- Al personal de campo del Centro de Agricultura Tropical "Bulbuxyá", en especial al señor Julio Ujpan Calel.
- Al señor Balbino De León, por la colaboración prestada al permitir la instalación del experimento en sus cacaotales comerciales.

El presente trabajo es parte del proyecto de investigación en Cacao, impulsado por el Centro de Agricultura Tropical "Bulbuxyá", Instituto de Investigaciones Agronómicas (IIA) de la Facultad de Agronomía, Universidad de San Carlos de Guatemala y dirigido por el Ing. Agr. Arturo López Cabrera.

CONTENIDO

	<u>PAGINA</u>
LISTA DE CUADROS.	xi
LISTA DE FIGURAS.	xiii
RESUMEN.	xiv
I. INTRODUCCION.	1
II. OBJETIVOS.	3
III. REVISION BIBLIOGRAFICA.	4
1. Origen y agente causal.	4
2. Desarrollo de síntomas.	5
3. Ciclo de vida.	6
4. Epifitiología.	6
5. Importancia económica.	8
6. Combate de la enfermedad.	9
6.1. Combate químico.	9
6.2. Combate cultural.	13
6.3. Combate por resistencia.	15
IV. MATERIALES Y METODOS.	19
1. Localización del experimento y clima.	19
2. Descripción del trabajo experimental.	19
3. Presupuesto parcial.	25
V. RESULTADOS Y DISCUSION.	26

VI.	CONCLUSIONES.	42
VII.	BIBLIOGRAFIA.	44
VIII.	ANEXOS.	48 A

LISTA DE CUADROS

EN EL TEXTO:	<u>PAGINA</u>
CUADRO NUMERO	
1 Rendimiento de mazorcas sanas por tratamiento en la unidad experimental. Guatemala, 1984.	27
2 Número de mazorcas enfermas de los tratamientos en estudio. Guatemala, 1984.	28
3 Rendimiento de cacao seco de primera expresado en kilogramos por hectárea. Guatemala, 1984.	32
4 Rendimiento de cacao de segunda producto de mazorcas enfermas en kilogramos por hectárea.	33
5 Relación entre la precipitación y número de mazorcas enfermas, para los tratamientos 1, 4 y 5. Guatemala, 1984.	34
6 Presupuesto parcial para cada uno de los tratamientos en estudio. Guatemala, 1984.	38
7 Indicadores económicos del retorno mano de obra y capital invertido de los tratamientos en estudio. Guatemala, 1984.	40
8 Análisis de sensibilidad del presupuesto parcial de los tratamientos en estudio. Guatemala, 1984.	41

EN ANEXOS:

PAGINA

CUADRO
NUMERO

1 A	Análisis de varianza para número de mazorcas sanas.	49
2 A	Análisis de varianza para número de mazorcas enfermas.	49
3 A	Análisis de varianza para rendimiento de cacao seco de primera.	50
4 A	Análisis de varianza para rendimiento producto de mazorcas enfermas.	50
5 A, 6 A y 7 A	Análisis de regresión para precipitación (mm) y número de mazorcas enfermas por unidad experimental durante el ensayo, en los tratamientos 1, 4 y 5.	51-52
8 A	Análisis de regresión para número de mazorcas sanas y el rendimiento de cacao seco de primera.	52
9 A	Producción de cacao de primera en (kg/ha) durante el ensayo para cada uno de los tratamientos y la diferencia con el testigo.	53
10 A	Comparación de los costos de los tratamientos y la producción de cacao de primera por (ha) durante el ensayo.	53
11 A	Precipitación y temperaturas máximas y mínimas durante el estudio. Guatemala, 1984.	54
ANEXO 2	Calendario de actividades de 1983.	56

LISTA DE FIGURAS

EN EL TEXTO:

PAGINA

FIGURA NUMERO

1	Condiciones de precipitación pluvial, temperaturas promedios, durante el periodo experimental, de Julio a Diciembre, 1983.	26
2	Número total de mazorcas producidas en los tratamientos en estudio (periodo de Junio a Diciembre de 1983). Guatemala, 1984.	30
3	Relación entre precipitación y número de mazorcas enfermas en los tratamientos 1, 4 y 5. Guatemala 1984.	35
4	Modelo logarítmico para la relación número de mazorcas sanas y rendimiento de cacao seco de primera.	36

EN ANEXOS:

FIGURA NUMERO

5 A	Formas de las unidades experimentales. Guatemala, 1984.	55
-----	---	----

RESUMEN

Considerando la importancia económica que representa para los cacaoteros, la pudrición negra de la mazorca del cacao (ocasionada por el hongo Phytophthora palmivora), se planteó el presente estudio, con el objeto fundamental de evaluar diferentes métodos de combate de la enfermedad así como el uso combinado.

El trabajo se llevó a cabo en la finca "Guadiela", ubicada en el municipio de San Miguel Panan, Suchitepéquez, Guatemala, utilizando para el efecto una plantación comercial de treinta (30) años de edad, y con manejo mínimo en cuanto a podas, combate de malezas, regulación de sombra, fertilización y otros.

Los tratamientos evaluados son:

- a) Eliminación de mazorcas dañadas cada 8 días.
- b) Eliminación de mazorcas dañadas cada 15 días.
- c) Aplicación de fungicida cada 15 días.
- d) Eliminación de mazorcas dañadas cada 8 días y aplicación de fungicida cada 15 días.
- e) Eliminación de mazorcas dañadas y aplicación de fungicida cada 15 días.
- f) Tratamiento testigo.

El diseño experimental utilizado fue de bloques al azar con tres repeticiones y un total de diez y ocho unidades experimentales, de 800 m^2 , para una parcela neta de

144 m², constituida por nueve árboles de cacao.

Los resultados obtenidos de la aplicación de los tratamientos se analizaron desde dos puntos de vista, el técnico y el económico, llegándose a establecer que la eliminación de mazorcas dañadas cada 8 días más la aplicación de fungicida cada 15 días dió el mayor rendimiento de cacao seco, sin embargo, al hacer el análisis de presupuestos parciales se estableció, que desde el punto de vista económico y tomando en cuenta la tasa de retorno, el tratamiento más adecuado es la eliminación de mazorcas dañadas cada 8 días.

En cuanto a control de la enfermedad basandose en el número de mazorcas enfermas y el rendimiento producto de éstas, todos los tratamientos mostraron similar comportamiento, determinándose que el incremento en producción en algunos tratamientos se debió al incremento en el número de mazorcas sanas y no a la disminución en la cantidad de mazorcas enfermas.

I. INTRODUCCION

El cacao es un cultivo que forma parte de la actividad agrícola del país, circunscribiéndose a pequeñas fincas en donde juega un papel importante como fuente de ingresos.

Con el cultivo del cacao se plantea una alternativa de diversificación, por su rango de adaptabilidad en las zonas donde el café empieza a ser un cultivo marginal.

La pudrición negra de la mazorca del cacao (Theobroma cacao L) causada por el hongo Phytophthora palmivora es una de las principales enfermedades del cultivo, con una amplia distribución geográfica, encontrándose en todos los países productores.

Las pérdidas ocasionadas por la enfermedad se estiman entre 10 y 80%, dependiendo de factores tales como el grado de resistencia de los materiales, las condiciones climáticas y el manejo de la plantación (13).

En Guatemala la pudrición negra Phytophthora palmivora ocupa el primer lugar de importancia económica, y aun que se aplican varios métodos de combate de la enfermedad, estos no se han evaluado adecuadamente, de manera que se establezca la eficiencia de los mismos.

Es por ello que se plantea el presente estudio, con el propósito de establecer los efectos económicos de la enfermedad, así como evaluar la eficiencia de los métodos de combate y sus combinaciones sobre la incidencia de la enfermedad.

La hipótesis planteada en el presente estudio se desglosa en dos partes para su mejor comprensión:

- A. Los rendimientos de cacao (grano seco) son diferentes para cada uno de los métodos de combate de la pudrición negra de la mazorca.
- B. Los beneficios económicos son diferentes para cada uno de los métodos de combate de la enfermedad.

II. OBJETIVOS

Los objetivos específicos del presente trabajo son:

1. Determinar el efecto de los diferentes métodos de combate de la pudrición negra de la mazorca de cacao (Phytophthora palmivora) sobre el rendimiento.
2. Cuantificar económicamente los métodos de combate en estudio, para seleccionar los más eficientes.
3. Determinar las pérdidas que ocasiona esta enfermedad cuando no se aplican medidas de combate.

III. REVISION BIBLIOGRAFICA

1. Origen y agente causal.

Es difícil encontrar mazorcas afectadas por Phytophthora palmivora en la parte del Amazonas donde ha sido localizado el centro de origen del cacao. En algunos otros lugares como la parte costanera del Pacífico en Ecuador, aunque la enfermedad está presente, el nivel de inóculo es bajo como para ser peligroso, quizás esto se deba al hecho que las lluvias están presentes en la época caliente, mientras que la época seca es más fría (4). Es muy posible pues, que el origen y distribución de la enfermedad sea diferente al del cacao (4).

Debido a que Phytophthora palmivora ataca a más de 40 familias botánicas, no es fácil saber exactamente cuando y donde se observó por primera vez en el cacao (27).

La pudrición negra de la mazorca del cacao es causada por el hongo Phycomiceto Phytophthora palmivora (16). Recientemente se han identificado diferentes formas o líneas de Phytophthora, y se ha llegado a establecer que la forma MF1 es típica de Ghana, el Caribe y Centro América. En Nigeria, la MF3 puede ser devastadora y en Brasil, la MF4 es la más importante (16).

En los últimos años se han encontrado que entre los tipos de Phytophthora palmivora del - Africa Occidental, hay verdaderamente dos tipos diferentes, uno tiene el número básico de 9 a 12 cromosomas relativamente pequeños, mientras que el número básico del otro tipo es de 5 a 6, pero mucho más largo, que corresponde al tipo MF2, sugiriéndose que debe haber por lo menos dos especies de Phytophthora palmivora que atacan a las mazorcas de cacao (17).

2. Desarrollo de síntomas.

La purdición negra puede atacar diferentes partes del árbol (raíz, hojas, ramas y fruto), - pero el daño más grave y frecuente ocurre en las mazorcas (27). Los primeros síntomas visibles de la infección en las mazorcas son manchas circulares, que van progresando en forma concéntrica hasta cubrir todo el fruto, además, hay decoloración interna hasta llegar a podrirse todo el fruto (28).

La infección de la mazorca puede producirse en cualquier etapa de su desarrollo y en cualquier parte de la superficie (9). Una forma característica de infección es la que se inicia en uno de los extremos de la mazorca, avanzando hacia el centro de la misma con coloraciones pardo negruzcas que se extienden rápidamente (9).

En compañía de este primer síntoma, pero también independiente del mismo se ha observado

ataque de la corteza del tronco o ramas gruesas, mostrando manchas oscuras y húmedas, bien delimitadas, las cuales, al cabo de algunos días, presentan un jugo pegajoso de color amarillo hasta pardo rojizo, que baja a lo largo del tronco (2).

3. Ciclo de vida.

El patógeno sobrevive en las pilas de desecho en un 80% (7).

Para su germinación las zoosperas requieren de agua, debido a esto es que la infección empieza, casi siempre, por el ápice del fruto, que por su forma retiene el agua y forma una gota (14). El patógeno puede conservarse de una estación a otra por clamidosporas que son liberadas al podrirse los tejidos y son arrastradas hacia el suelo, donde permanecen inactivas hasta que por el salpique de las lluvias llegan nuevamente a las mazorcas (17).

La diseminación de la enfermedad ocurre de dos formas: Vertical dentro del árbol individual, que asciende o desciende por el contacto entre mazorcas, la diseminación horizontal entre árboles vecinos, es facilitada por el viento, insectos y algunos animales (24).

4. Epifitología.

Los factores que más inciden en el desarrollo

de la enfermedad son: Precipitación, temperatura, humedad relativa y el número de mazorcas por árbol (9). La precipitación favorece el desarrollo de la enfermedad ya que la humedad de los árboles de cacao es esencial para que se de la reproducción del hongo y la infección (9).

La principal diseminación de esporas se da por el salpique del suelo causada por las gotas de lluvia, así como por el agua que escurre a lo largo de troncos y ramas (27)

El factor más importante en la epifitología de la enfermedad parece ser la lluvia, produciéndose brotes de Phytophthora 3 ó 4 días después de las primeras lluvias (5). La incidencia de la enfermedad es más o menos proporcional a la precipitación y dentro de ciertos límites, a mayor precipitación será mayor la incidencia, aunque la situación también se complica con interacciones de temperatura (13). El número de días lluviosos y el número de horas de lluvia son importantes por cuanto determinan el tiempo que los árboles de cacao permanecen mojados (13).

En Brasil, la incidencia aumenta rápidamente cuando la temperatura baja a 15° centígrados, temperatura que favorece la persistencia de humedad en las mazorcas (28).

Sin embargo, a temperaturas altas entre 27 y

32° centígrados las lesiones en las mazorcas se desarrollan rápido y la pudrición se acelera (5).

Lo que está claramente determinado es que la humedad relativa, especialmente durante el día es el factor crítico para el desarrollo de la enfermedad (3). Cuando en una área se mantiene 80% de humedad relativa y/o hay intensa lluvia hace que la temperatura caiga rápidamente y la enfermedad puede adquirir características catastróficas en un tiempo relativamente corto (3).

En Nigeria, se comprobó que hay una correlación positiva entre el número de mazorcas por árbol y la incidencia de Phytophthora, esto quiere decir, que a mayor magnitud de cosecha, mayor incidencia de la enfermedad, también se ha encontrado una correlación negativa entre la cantidad anual de lluvia y la magnitud de cosecha, por ello, se supone que el efecto desfavorable del exceso de lluvia se debía a ella misma y no a factores secundarios (9).

5. Importancia económica.

Se considera que ésta es una de las enfermedades más importantes del cultivo, en todas las áreas cacaoteras del mundo. En la actualidad ésta enfermedad es, sin duda alguna, la que ocasiona mayores pérdidas, aún cuando la severidad de la infección varía de país a país, de

acuerdo con las condiciones climáticas (4).

Las pérdidas ocasionadas por la enfermedad se calculan en 10% de la producción mundial, en algunos países éstas pérdidas pueden alcanzar más del 50% de la cosecha, esto sin tomar en cuenta el daño que causa al árbol mismo, produciendo en tallos y ramas, dañando hojas y raíces (24).

En la finca experimental "La Lola", CATIE, Costa Rica, se ha establecido que el 22% o más de las mazorcas producidas anualmente por alguno de los cultivares más susceptibles están infectadas, y en los años de mayor incidencia ciertos cultivares presentan infecciones de las mazorcas que pueden llegar a 80% o más (5).

6. Combate de la enfermedad.

El combate de la enfermedad puede realizarse por 3 métodos o combinaciones de estos.

6.1. Combate químico.

6.2. Combate cultural.

6.3. Combate por resistencia.

6.1. Combate químico.

Los productos químicos deben aplicarse únicamente durante la época que el riesgo de infección es mayor. Picos de cosecha que coinciden con estaciones lluviosas (7). La aplicación de productos -

químicos especialmente compuestos a base de cobre, es todavía el método más usado para el combate de la enfermedad, por las ventajas que presenta sobre otros químicos (14). Desafortunadamente no se han encontrado sustitutos de estos compuestos que sean baratos, sin embargo, se puede reducir los costos de aplicación mediante el cálculo de las épocas y frecuencias de aplicación que estén de acuerdo a las condiciones climáticas y los períodos "pico" de producción de mazorcas (5).

Suárez (27), señala que para controlar la pudrición negra, se recomienda la aplicación de óxido curposo (cobre sandoz, aéreal perenox) a 3 y 4% para aplicaciones de alto volumen (más 2 litros de agua), de una mezcla 13.1 de agua, más 4.5 Kg de oxicloruro de cobre, más 6.5 litros de aceite mineral (shell No. 3). Estas aplicaciones se deben hacer con una bomba de motor, para lograr una mejor cobertura.

Hardy (9), dice que la elaboración de un programa adecuado de aspersiones para una zona en particular es efectiva cuando se conoce adecuadamente los factores climáticos y da las siguientes recomendaciones:

- a. Bajo condiciones de abundante lluvia y temperatura relativamente baja, hacer aplicaciones frecuentes de fungicidas, como por ejemplo: Caldo bordelés, en aplicación de

alto volumen a intervalos no mayores de un mes, o fungicidas concentrados en aplicaciones de bajo volumen a intervalos de dos semanas.

- b. Cuando la temperatura media sea de 25°C o superior, con lluvias continuas, alargar a dos meses los intervalos entre aplicaciones cuando se use caldo bordelés o un mes o 6 semanas en el caso de aspersiones de bajo volumen.
- c. Durante los períodos secos y calurosos suspender por completo las aspersiones.

Se ha demostrado que aspersiones de caldo bordelés reducen el número de mazorcas enfermas a porcentajes despreciables, duplicándose la cosecha por el sólo hecho de este tratamiento (14).

En Centro América generalmente no se adoptan programas rutinarios de aspersión, un plan posible podría ser Kocide 101 al 2% con un 0.05% de adherente a razón de 140-160 litros por hectárea, con aplicaciones a intervalos de 21-30 días durante el período de mayor precipitación y principal época de producción de mazorcas (5).

Newhall, Paredes y Salazar (13), compararon el fungicida orgánico Dithane M-45 y Difolatán con hidróxido cúprico llamado -

Kocide 101 y caldo bordelés, llegaron a la conclusión que el caldo bordelés fue el fungicida más efectivo, bajo las condiciones de Turrialba, Costa Rica.

Cholong, citado por Paredes (16), evaluó la eficiencia del Dithane M-45, cobrethone y Kocide 101, aplicado mensualmente a dosis de 3 kilogramos por hectárea de producto comercial disuelto en 151 litros de agua, agregándole adherente - Tritón ST al 0.25%. Se usaron los clones UF-221, altamente susceptibles y UF-613 moderadamente resistente. En ambos casos el Kocide 101 fue el más efectivo.

Pruebas de campo con Perenox al 0.1%, aplicado a intervalos de un mes y caldo bordelés al 1%, aplicado en igual forma, indicaron que éste último era más efectivo (28).

En comparaciones con fungicidas Bioquím 1, Cobre A Crag 341-C, Crag 531, Crag 658, Dithane Z-78, Fermate SR 406, Karban Black, Phygon, - Sulfato de Cobre Tribásico, Yellow Cuproside, Zerlate, ninguno superó al caldo bordelés (26).

Luller citado por Garrido (11), reportó una gran variedad de fungicidas para el control de Phytophthora palmivora, usó como referencia una preparación acuosa al 1% de oxicloruro Tetracúprico al 50% de cobre. Los fungicidas probados fueron: Caldo bordelés, Brucop (Caldo Borgoñex), Pernox, Oxido de cobre, Kocide 101,

Moloss (nombre comercial), Cupromix (nombre comercial), Zinosan (Etileno-bis-ditiocarbamato de zinc), Manesan (Etileno-bis-ditiocarbamato de magnesio), Antracol (Propileno-bis-ditiocarbamato de zinc), Tuxet (Metilarcine dimetil ditiocarbamato), Brestanol (Cloruro de Trifenil Estaño), Duter (Hidróxido de Trifenil Estaño), Stannoran (nombre comercial), Orthodifolatan 80 (Tetracloro 1,1,2,2,-etil) Thiotetrahydrophthalamide, Actidiones (4,2, de Cyclohexamida), Terrazole (5-etoxi-3-triclorometil-1,2,4, Tiadiazol 6,509 de Bayer). De todos los fungicidas probados el Brestanol de Hoescht, presentó una eficacia netamente superior a la del cúprico de referencia para una concentración del 0.16% y para ser empleado con éxito hasta el 0.12% de producto comercial.

Al obtener esporangios de lesiones foliares después de someterlos a humedecimientos continuo o frecuente por dos días, lo que equivale a una condición de lluvia continua o temporal, confirma la importancia de tener un fungicida con carácter residual prolongado, especialmente durante la época de lluvia (21).

6.2. Combate cultural.

El control cultural incluye la regulación de sombra, recolección de frutos dañados y poda del cacaotal.

Aunque las prácticas culturales solas no combaten totalmente la enfermedad, son muy importantes para disminuir la fuente de inóculo que se presenta en la plantación (5). La disminución de la sombra en el cacaotal puede disminuir la incidencia de la enfermedad, ya que habrá una mejor ventilación entre los árboles de cacao y bajará la humedad relativa (27).

Los frutos con síntomas de la enfermedad que se recolectan deben ser enterrados o bien quemados para disminuir los focos de infección, además, se deben recolectar las mazorcas sanas que estén maduras -- (10, 8).

Después de la cosecha es importante destruir las mazorcas negras, que constituyen la fuente de infección para las mazorcas que todavía se encuentran en el árbol, las cáscaras viejas y mazorcas negras deben ser enterradas, apiladas y - quemadas o rociadas con un fungicida, - además, no abrir las mazorcas dentro de la plantación y no hacer dentro de la - plantación montones de cáscara vieja - (9).

Conociendo los sitios donde el patógeno se reproduce y sobrevive, es una buena medida, destruirlos hasta donde sea posible, para mantener niveles bajos de -

infección (27). Sin embargo, debido a la complejidad de sitios donde perenniza, las medidas sanitarias de combate son controversiales. Es más razonable mantener habierta la plantación y ventilada con podas, de modo que no favorezca la germinación de esporas (27).

6.3. Combate por resistencia.

Los cultivares resistentes es siempre la forma más eficaz y económica de combate en cualquier enfermedad (5). La mayoría de los cacaotales en el mundo son en mayor o menor grado susceptibles a la enfermedad y el cambio a cultivares resistentes sería una forma de reducir las pérdidas ocasionadas por esta enfermedad.

La mayoría de cultivares de cacao tienen cierto grado de susceptibilidad o resistencia a Phytophthora, hasta ahora no se dispone de cultivares inmunes, pero se conoce un número con buen grado de resistencia que podría ayudar a reducir el costo de combate con fungicidas (27).

Los resultados de diferentes experimentos de inoculación artificial muestran una mayor resistencia las poblaciones de origen amazónico, aunque probablemente se encuentren genotipos criollos resistentes, debido al comportamiento de al-

gunas selecciones trinitarias de origen criollo (24).

En ciertos lugares los frutos de ciertos cultivos maduran más temprano o más tarde que la mayoría de los demás cultivos, aunque estos pueden ser susceptibles escapan a la enfermedad debido a que sus mazorcas maduran cuando la incidencia de la enfermedad es menor (5, 27).

Miranda y Cruz, citados por Garrido (7), informan que en Brasil el Clón SIB-28 se ha comportado como altamente resistente. Pero en Trinidad, resultó susceptible en ensayos cuando se hicieron inoculaciones en hoja.

Soria, citado por Rodríguez (24), señala que el estudio de híbridos, producto de cruce de cultivares resistentes y en algunos casos de resistentes por susceptibles han demostrado que la resistencia es altamente transmitida a la descendencia. Indicando además, que genes de acción dominante o de dominancia parcial pueden estar controlando el carácter.

Hay evidencias que las diferencias en resistencia a Phytophthora palmivora son causados por diferencias en la composición bioquímica de cáscaras de las mazorcas, así también los frutos de cáscara

lisa muestran una tendencia a la resistencia debido a la fácil remoción de los esporangios por el agua de lluvia (2, 22).

Esquivel (6), realizó un estudio de comportamiento de algunos clones de cacao en su reacción de resistencia a Phytophthora palmivora tanto en condiciones de infección natural como artificial. Cuando se compararon con base en la infección natural, los clones CC-42, UF-29, CC-41, CC-38 y UF-613 fueron más resistentes que los demás pero no difieren significativamente entre sí.

Algunos clones como el CC-10 y UF-221, son altos productores, a pesar de ser susceptibles a Phytophthora palmivora, es importante mantener un buen programa de control químico de la enfermedad para obtener los mejores resultados (15).

Rocha (23), dice que el mecanismo de resistencia de los frutos de cacao es de naturaleza fisiológica, y que éste depende fundamentalmente de la presencia en el epicarpio de ciertas sustancias polifenólicas específicas, parcialmente identificadas y con capacidad para inhibir la germinación indirecta así como la formación y desarrollo del tubo germinativo de las esporas.

Es indudable que ninguno de los métodos de combate, por sí solos, darán buenos resultados, es por esto que se insiste que el combate debe ser en una forma integrada de todos los medios conocidos, comenzando con el uso de híbridos resistentes, cosechas frecuentes, un adecuado manejo de las plantaciones, un buen control de sombra y un programa de aplicaciones de fungicidas que ayuden a reducir al mínimo la fuente de inóculo (5).

Para controlar la pudrición negra, se han estudiado diversos métodos sobre-enfatizando el químico y la búsqueda de resistencia, y aunque estos no han producido en forma consistente un combate efectivo (5).

IV. MATERIALES Y METODOS

1. Localización del experimento y clima.

El experimento se realizó en la finca "Guadiala", San Miguel Panan, Suchitepéquez, Guatemala, 14°31' latitud norte y 91°20' longitud oeste, con una elevación de 330 m.s.n.m., la temperatura media anual es de 25°centígrados y la precipitación anual es de 3,824 mm.

Holdridge (15), considera la zona comprendida dentro del bosque sub-tropical muy húmedo, cuyas características están determinadas por una precipitación anual que varía desde 2,136 mm, hasta 4,327 mm, en la costa sur, promediando 3,284 mm de precipitación total anual y una temperatura media de 25°centígrados.

Según Simons (26), los suelos pertenecen a la serie Panan cuyas características principales son: suelos poco profundos, bien drenados, desarrollados sobre materia máfica volcánica cementada debilmente, en un clima húmedo o húmedo seco. Los suelos Panan tienden hacia los Guatalón que son más arenosos, menos pedregosos y tienen un sustrato más alto.

2. Descripción del trabajo experimental.

La plantación de cacao Theobroma cacao L. donde se realizó el estudio es bastante vieja, con una edad aproximada de 30 años y distancias de

siembra de 4 x 4 metros con una sombra excesiva la cual está constituida en su mayoría por árboles de volador Terminalia oblonga y palo blanco Cydistax donnell-smithii. Estos árboles tienen 35 años de edad y una altura aproximada de 15 metros, con copa estratificada que abarca aproximadamente 9.5 metros, además, poseen un sistema radicular extenso con gambas superficiales.

Ademas de las especies arbóreas existen musaceas Musa sp en distribución irregular, constituyendo parches dentro de la plantación.

El manejo que se le ha dado a la plantación en años anteriores ha sido mínimo y se limita a dos limpias al año, podas de ramas quebradas, podas de rehabilitación, control de la ardilla. En esta plantación no se acostumbra el uso de fertilizantes, ni el combate de plagas y enfermedades, no existe regulación de sombra, lo cual contribuye a un microclima húmedo que favorece el desarrollo de enfermedades.

2.1. Diseño experimental.

Se usó diseño de bloques al azar con 6 tratamientos y 3 repeticiones.

Modelo estadístico es $Y_{ij} = \mu + B_j + E_{ij}$

Donde: $i = 1, 2, 3, 4, 5, 6$. y $j = 1, 2, 3$.

Y_{ij} : Valor observado en la j -ésima repetición del i -ésimo tratamiento.

μ : Media poblacional.

T_i : Efecto del i -ésimo tratamiento.

B_j : Efecto del j -ésimo bloque.

E_{ij} : Efecto del error asociado a la ij -ésima unidad experimental.

2.2. Tamaño de la unidad experimental.

La parcela bruta es de 800 metros cuadrados, (40 x 20) constituida por 45 árboles promedio. Las parcelas netas se marcaron en el centro de la parcela, con el propósito de evitar el efecto de borde y está constituida por 144 metros cuadrados (12 x 12), que representa 9 árboles de cacao (Ver figura No. 5.).

2.3. Descripción de los tratamientos.

1. Eliminación de mazorcas dañadas cada 8 días.

Consistió en cortar cada 8 días las mazorcas que presentaban los síntomas de la enfermedad, y una vez recolectadas se enterraron fuera de la plantación.

2. Eliminación de mazorcas dañadas cada 15 días.

Se cortaron las mazorcas que presentaban la enfermedad (desde un mínimo de

infección hasta las completamente atacadas) cada 15 días. Y una vez recolectadas se enterraron fuera de la plantación.

3. Aplicación de fungicida cúprico cada 15 días.

El fungicida utilizado es oxicloruro de cobre al 50% de cobre metálico en dosis de 3.1 kilogramo por hectárea de producto comercial en 140 litros de agua. Equivalente a 8.17 gramos de ingrediente activo por litro. Se utilizó una bomba de motor, dirigiendo la aplicación hacia el tronco de los árboles y las mazorcas, tratando de dejarlas completamente cubiertas de la solución para que pueda ejercer su poder protectivo. Esta aplicación se hizo cada 15 días.

4. Eliminación de mazorcas dañadas cada 8 días más la aplicación de fungicida cúprico cada 15 días.

Se cortaron las mazorcas que presentaban síntomas de la enfermedad cada 8 días más la aplicación de oxicloruro de cobre cada 15 días a una dosis de 3.1 kilogramo por hectárea de producto comercial en 140 litros de agua.

5. Eliminación de mazorcas dañadas y aplicación de fungicida cúprico cada 15 días:

Se cortaron las mazorcas que presentaban los síntomas de la enfermedad y se enterraron fuera de la plantación, esto se hizo cada 15 días más la aplicación del fungicida cúprico cada 15 días y a una dosis de 3.1 kilogramos de producto comercial en 140 litros de agua. Para proteger las mazorcas y evitar al máximo la fuente de inóculo.

6. Testigo:

A este tratamiento no se le hizo ningún tipo de práctica que tienda a evitar la fuente de inóculo, ni se le aplicó ningún fungicida, únicamente se hizo la cosecha de mazorcas maduras (sanas y enfermas) cada 15 días, (es decir, la práctica que comunmente acostumbra los agricultores).

En todos los tratamientos además de las prácticas indicadas en cada uno de ellos, se cosecharon las mazorcas maduras (sanas y enfermas) cada 15 días.

2.4. Variables medidas.

- Número de mazorcas sanas por unidad experimental.
- Número de mazorcas enfermas por unidad experimental.
- Rendimiento de cacao de primera en Kg/ha.
- Rendimiento de cacao producto de mazorcas enfermas en Kg/ha.
- Costo de combate para cada uno de los métodos en estudio.

A las variables rendimiento y número de mazorcas, se les hizo análisis de varianza, y aquellas que resultaron diferentes se les aplicó la prueba de Tukey para ver qué tratamientos son superiores.

Se realizó análisis de regresión para las variables:

- Número de mazorcas sanas y rendimiento de cacao de primera Kg/ha.
- Número de mazorcas enfermas y rendimiento de cacao producto de estas en kg/ha.
- Precipitación y número de mazorcas sanas.
- Precipitación y número de mazorcas enfermas.

3. Presupuesto parcial.

Se organizó la información sobre costos y beneficios adicionales de cada tratamiento en relación al testigo. El tratamiento testigo fue aquel que únicamente se hizo la cosecha de mazorcas maduras (sanas y enfermas) cada 15 días, tal y como lo acostumbra el agricultor.

a. Ingreso neto:

Está referido únicamente al tratamiento en estudio y representa la retribución extra por la aplicación del tratamiento.

$$IN = VPe - CTt.$$

En donde:

INe = Ingreso Neto extra.

VPe = Valor de la Producción extra.

CTt = Costo Total del tratamiento.

b. Retribución a los factores de mano de obra e inversión:

Los índices obtenidos nos permitirán observar la respuesta de los factores a las alternativas en estudio.

Para su cálculo se usó la siguiente fórmula: (1).

$$\text{Retorno al factor X} = \frac{(VPe - CTt) + \text{costo del factor X}}{\text{Cantidad utilizada del factor X}}$$

V. RESULTADOS Y DISCUSION

1. Factores Climáticos.

En la Figura 1, se presentan los datos de precipitación y temperatura promedio durante el período del experimento, el cual comprendió la época de mayo precipitación que coincide con el pico de cosecha del cacao, en la región.

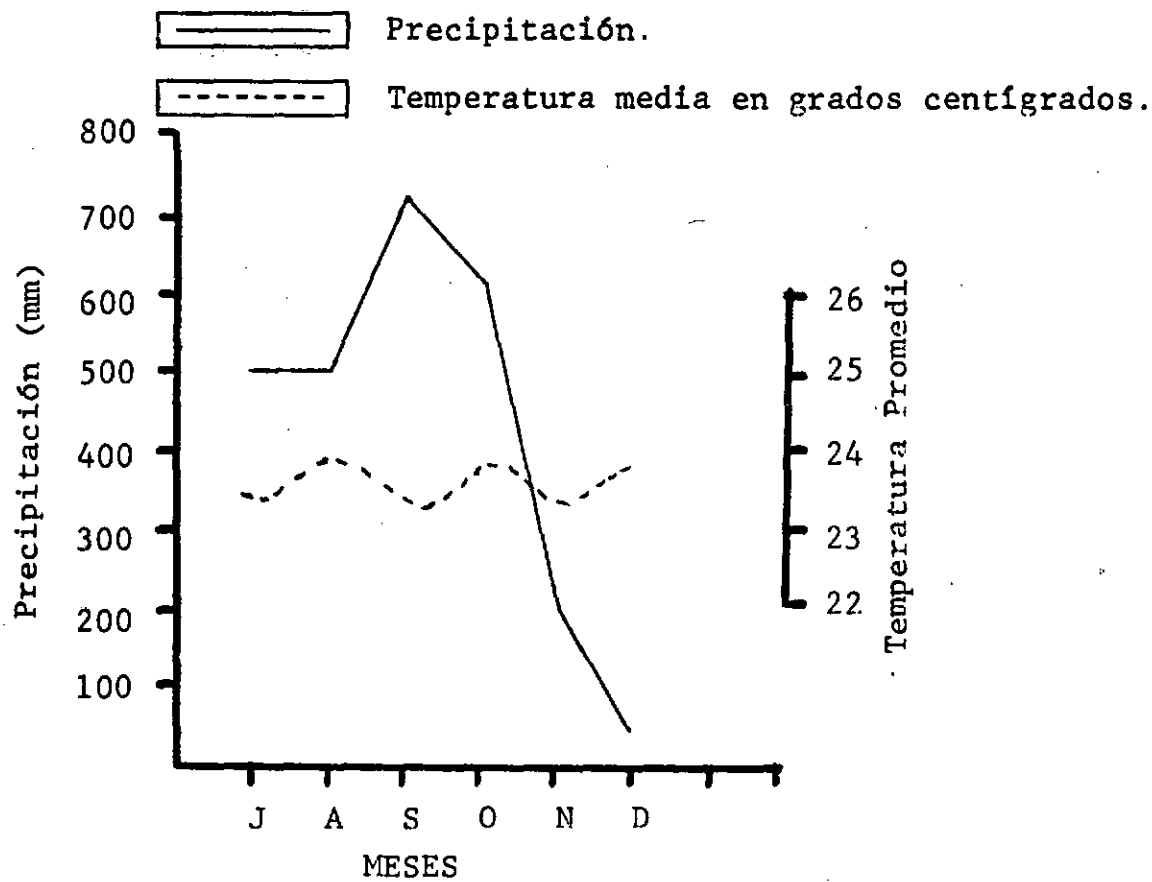


Figura 1. Condiciones de precipitación pluvial, temperaturas promedios, durante el período experimental de Julio a Diciembre de 1983.

2. Mazorcas sanas:

Durante el período experimental, que fue de 184 días, se acumuló el número de mazorcas sanas por cada unidad experimental, como se muestra en el cuadro 1, habiéndose observado que en promedio los tratamientos 4 y 1 mostraron la mayor cantidad de mazorcas, con respecto al testigo.

El análisis de varianza (Cuadro 1 A) mostró diferencias significativas entre tratamientos y altamente significativas entre bloques, por lo cual se acepta la hipótesis número dos.

Se puede observar en el cuadro 1, que existe diferencias entre los bloques, esto se podría atribuir a la diversidad en el material clonal, donde se realizó el experimento.

Cuadro 1. Rendimiento de mazorcas sanas por tratamiento en la unidad experimental. Guatemala, 1984.

Tratamientos	REPETICIONES			Promedio	1/
	I	II	III		
1	73	126	144	114	B
2	38	30	107	58	B
3	25	89	123	79	B
4	84	170	147	134	A
5	67	61	154	94	B
6	70	67	103	80	B

1/ Letras distintas en la misma columna, indican diferencia significativa al 5% de probabilidad según resultado de la prueba de Tukey.

Los tratamientos 4, 1 y 5 superan al testigo en 68, 43 y 18% respectivamente en lo que a cantidad de mazorcas se refiere. El tratamiento 2 presenta 27% de mazorcas menos que el testigo, lo que podría atribuirse a la edad de la plantación, que no responde a éste tipo de práctica.

3. Mazorcas enfermas:

De la misma forma se acumularon las mazorcas enfermas como se muestra en el cuadro 2, habiéndose observado que el tratamiento 3 mostró en promedio la menor cantidad de mazorcas enfermas, lo cual coincide con un bajo rendimiento en este tratamiento, en términos generales.

El análisis de varianza (Cuadro 2 A) muestra que no existe diferencia significativa dentro de bloques y dentro de tratamientos.

Cuadro 2. Número de mazorcas enfermas de los tratamientos en estudio. Guatemala, 1984.

Tratamientos	REPETICIONES			Promedio
	I	II	III	
1	32	16	49	32
2	4	34	46	28
3	6	7	26	13
4	19	48	32	33
5	13	9	46	23
6	33	32	18	28

Analizando los resultados obtenidos en los cuadros 1 y 2, se puede inferir que existe una correlación positiva entre mazorcas sanas y mazorcas enfermas, es decir, que aquellos tratamientos que muestran un mayor número de mazorcas sanas, presentan también una mayor cantidad de mazorcas enfermas y viceversa, esto coincide con lo señalado por Hardy en Nigeria (9).

Esto también puede atribuirse a las diversas condiciones de microclimas, producto de un exceso de sombra y poca ventilación entre la plantación, lo cual mantiene una alta humedad relativa que favorece el desarrollo de la enfermedad.

En la figura 1, se presenta el número de mazorcas totales producidas por cada tratamiento, también se puede ver la cantidad de mazorcas sanas y enfermas que se produjo en los tratamientos en estudio.

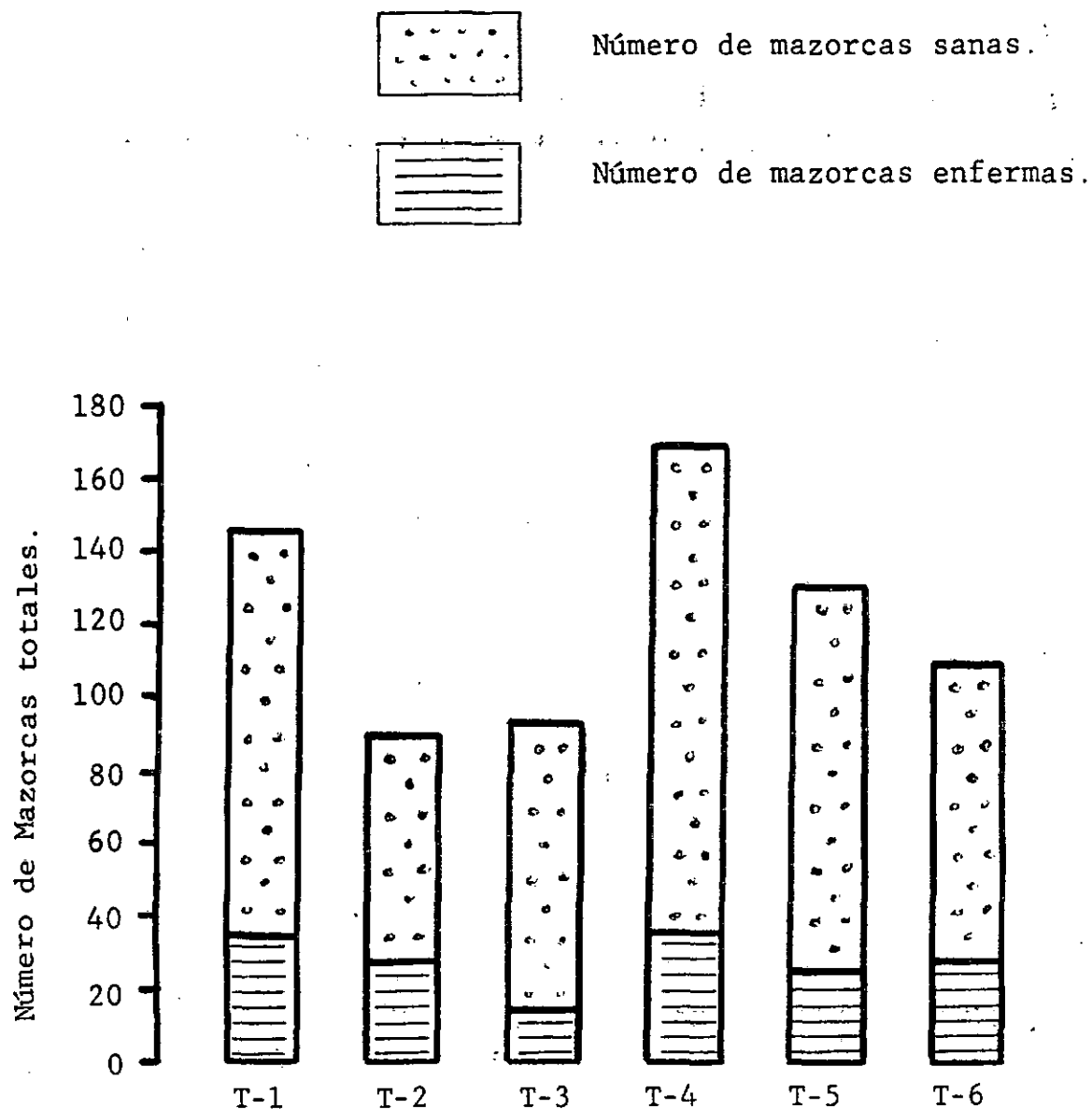


Figura 2. Número total de mazorcas producidas en los tratamientos en estudio. (período de Junio a Diciembre de 1983). Guatemala, 1984.

4. Rendimiento de cacao de primera.

El rendimiento de cacao seco de primera es producto de la cantidad de mazorcas sanas que se acumuló en los 184 días del período experimental, como se muestra en el cuadro 3.

El análisis de varianza (Cuadro 3 A) mostró diferencia altamente significativa entre bloques y diferencia significativa entre tratamientos, habiéndose obtenido el mejor rendimiento con el tratamiento 4, el cual consistió en la eliminación de mazorcas dañadas cada 8 días, más la aplicación de fungicida cúprico cada 15 días.

El tratamiento 4 superó al testigo, en cuanto a rendimiento de cacao seco en un 74%, los tratamientos 1 y 5 también superaron al testigo en 28 y 30% respectivamente, los otros tratamientos no lograron una superación significativa.

Las diferencias en el rendimiento de cacao de primera entre los bloques es producto del incremento del número de mazorcas sanas de los mismos.

El tratamiento 3, aunque presenta un incremento mayor que el testigo en el rendimiento de cacao de primera, presenta una cantidad igual de mazorcas sanas, lo cual puede atribuirse a la existencia de diferentes clones, donde el tamaño de las mazorcas y el número de almendras y tamaño de las mismas puede variar.

El bajo rendimiento medido en kilogramos de cacao seco por hectárea de los tratamientos, se debe a que el estudio se realizó en una plantación comercial, con plantas viejas (aproximadamente 30 años de edad), y con mal manejo.

Cuadro 3. Rendimiento de cacao seco de primera expresado en kilogramos por hectárea. Guatemala 1984.

Tratamientos	REPETICIONES			Promedio	<u>1/</u>
	I	II	III		
1	205.6	300.0	431.3	312.3	B
2	107.6	76.4	323.6	169.2	B
3	108.3	261.1	379.9	249.8	B
4	283.3	468.1	520.1	423.8	A
5	218.6	175.7	551.4	315.3	B
6	172.2	154.9	402.1	243.1	B

1/ Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas al 5% de probabilidad según la prueba de Tukey.

5. Rendimiento de cacao producto de mazorcas enfermas en kg/ha.

Las mazorcas que presentaron daños por la enfermedad, fueron recolectadas durante todo el periodo experimental, hasta llegar a obtener el cacao seco de segunda. En el cuadro 4, presenta la cantidad de cacao de segunda obtenido de mazorcas enfermas.

Cuadro 4. Rendimiento de cacao de segunda producto de mazorcas enfermas expresado en kilogramos por hectárea. Guatemala, 1984.

Tratamientos	REPETICIONES			Promedio
	I	II	III	
1	66.7	31.9	115.3	71.3
2	4.7	66.7	131.3	69.2
3	24.3	14.6	59.7	32.9
4	42.4	83.3	87.5	71.1
5	22.2	14.6	105.6	47.5
6	70.1	71.5	45.1	62.3

El análisis de varianza (Cuadro 4 A) muestra que no existe diferencia significativa entre bloques y tratamientos, en lo que respecta a cacao de segunda obtenido de mazorcas enfermas.

Los tratamientos 1 y 4 presentaron rendimientos similares de cacao seco de segunda producto de mazorcas enfermas, aunque mayores que el testigo. Esta diferencia en rendimiento se atribuye al mayor número de mazorcas enfermas que presentaron estos tratamientos.

Los tratamientos 3 y 5 muestran un rendimiento menor que el testigo lo cual se atribuye a que presentaron un menor número de mazorcas enfermas durante el estudio.

6. Estudio de correlaciones.

6.1. Relación entre precipitación y número de mazorcas enfermas:

Con el propósito de establecer la influencia de las lluvias en la incidencia de la enfermedad, se hizo el análisis de correlación entre ambas variables.

Cuadro 5. Relación entre la precipitación y número de mazorcas enfermas, para los tratamientos 1, 4 y 5. Guatemala, 1984.

Tratamientos	Ecuación de regresión	Correlación	Modelo
1	$Y = 6.6 \times 1.0018^X$	0.9719	Geométrico
4	$Y = 15.69 - 0.0622X + 0.00011X^2$	0.8987	Cuadrático
5	$Y = 7.45 - 0.0628X + 0.000126X^2$	0.9966	Cuadrático

Los tratamientos 2, 3 y 6 no mostraron significancia.

Se pudo establecer que para los tratamientos 1, 4 y 5, existe un alto grado de asociación entre las dos variables (Ver Cuadros 5A, 6A y 7A).

En el cuadro 5, se presentan los modelos y las ecuaciones de regresión correspondientes.

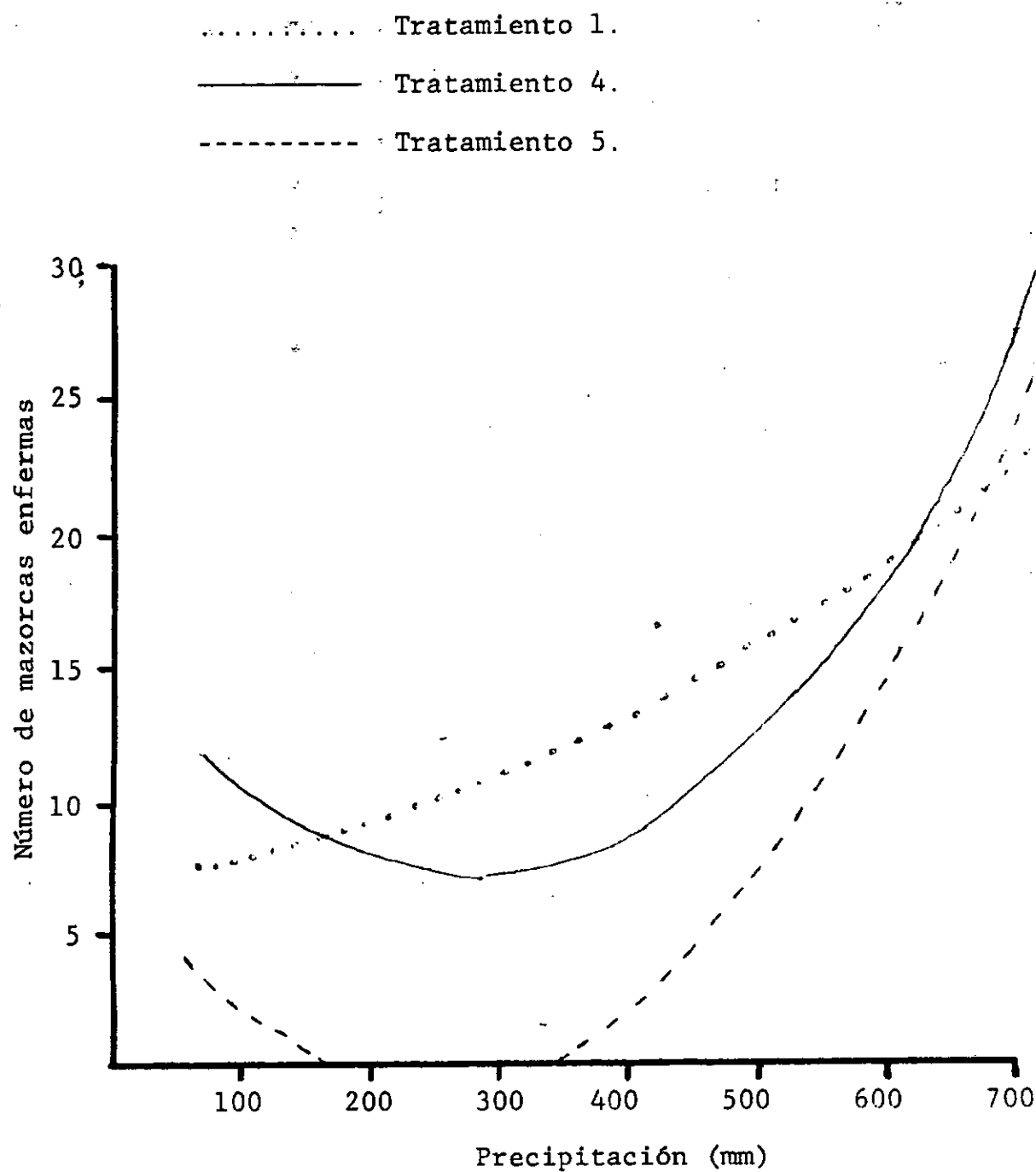


Figura 3. Relación entre precipitación y número de mazorcas enfermas en los tratamientos 1, 4 y 5. Guatemala, 1984.

MODELO LOGARITMICO

$$R^2 = 0.99$$

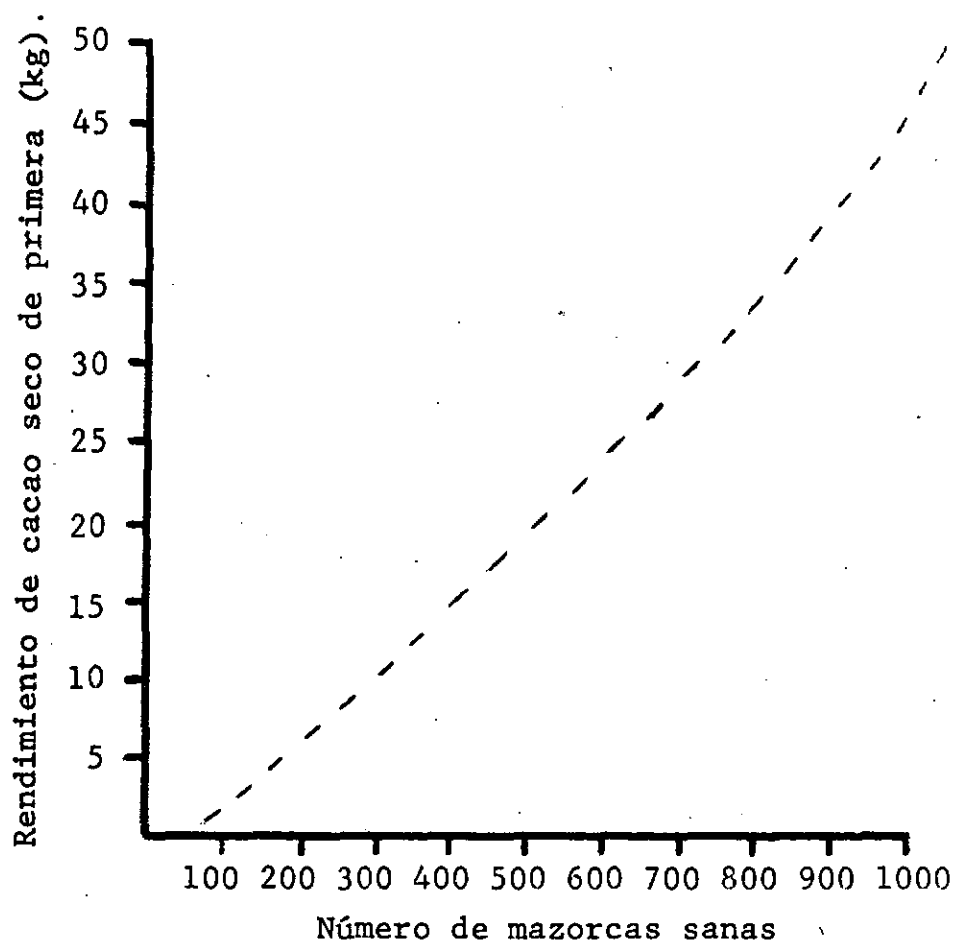


Figura 4. Modelo logarítmico para la relación número de mazorcas sanas y rendimiento de cacao seco de primera.

6.2. Relación entre mazorcas sanas y rendimiento.

Cuando se relacionó el número de mazorcas sanas con el rendimiento de cacao seco de primera, se encontró una correlación positiva de 0.99. El modelo que se adapta para éste es el modelo logarítmico y la ecuación de regresión es $Y = 0.034 X^{1.04}$. (Ver Figura 4 y Cuadro 8A).

7. Estimación de pérdidas ocasionadas por la enfermedad.

La producción actual, en promedio, está en 307 kilogramos por hectárea, cuando se aplican medidas mínimas de combate de la enfermedad.

Se estima que con un combate eficiente de la enfermedad la producción se puede incrementar a 366 kilogramos por hectárea, lo que significa un incremento del 19% en la producción.

8. Evaluación económica.

8.1. Presupuesto parcial.

El presupuesto parcial nos permite establecer en primer lugar el costo de cada uno de los tratamientos y en segundo lugar la tasa de retorno por la inversión en los tratamientos.

El Cuadro 6, presenta el presupuesto

Cuadro 6: Presupuesto parcial para cada uno de los tratamientos en estudio. Guatemala, 1984

PRESUPUESTO PARCIAL	TRATAMIENTOS				
	I	II	III	IV	V
Beneficios adicionales rendimiento: (kg/ha)	69.40	-73.60	6.90	180.60	82.12
Valor unitario.	1.76	1.76	1.76	1.76	1.76
Total (Q/ha).	122.20	-----	12.20	317.80	144.50
Costos variables adicionales mano de obra por recolección de mazorcas enfermas (JIs).	9.50	4.06	-----	7.81	4.29
Valor unitario.	3.20	3.20	-----	3.20	3.20
Total (Q/ha).	30.40	13.00	-----	25.00	13.72
Mano de obra por aplicación de fungicida cúprico (JIs).	-----	-----	6.25	5.87	5.90
Valor unitario (Q/JI).	-----	-----	3.20	3.20	3.20
Total (Q/ha).	-----	-----	20.00	18.78	18.88
Fungicida cúprico (Lbs.).	-----	-----	65.00	65.00	65.00
Valor unitario (Q/Lb.).	-----	-----	0.91	0.91	0.91
Total (Q/ha).	-----	-----	59.15	59.15	59.15
Gasolina (Gls.).	-----	-----	4.95	4.65	4.68
Valor unitario (Q/Gl.).	-----	-----	1.90	1.90	1.90
Total (Q/ha).	-----	-----	9.41	8.83	8.89
Aceite de 2 tiempos (Lts.).	-----	-----	0.62	0.58	0.58
Valor unitario (Q/Lt.).	-----	-----	3.50	3.50	3.50
Total (Q/ha).	-----	-----	2.17	2.03	2.03
Depreciación del equipo (Hrs.).	-----	-----	37.50	35.20	35.41
Valor unitario (Q/Hr.).	-----	-----	0.45	0.45	0.45
Total (Q/ha).	-----	-----	17.02	16.00	16.10
Costo total (Q/ha).	30.40	13.00	107.80	129.80	118.80
Ingreso neto adicional.	91.80	-----	-----	188.00	25.70
Tasa de retorno.	302%	-----	-----	145%	22%

El tratamiento 6 constituye el testigo, por lo que no aparece en el cuadro.

parcial para cada tratamiento, aquí se puede observar que los tratamientos 4, 5 y 3, presentan los mayores costos (Q. 129.80, Q. 118.80 y Q. 107.80 respectivamente). El costo menor lo constituye el tratamiento 2.

El mayor ingreso neto adicional se obtuvo con el tratamiento 4 (Q. 188.00), seguido del tratamiento 1 y 5, con Q. 91.80 y Q. 25.70 respectivamente.

En cuanto a la tasa de retorno se obtuvo que el tratamiento 1, presenta la mayor tasa de retorno, la cual es de 302%, seguida por el tratamiento 4 con 145% y el tratamiento 5 con 22%, los otros tratamientos presentaron relaciones negativas.

En base al análisis de presupuestos parciales se deduce que el tratamiento 1 es el que presenta el mayor retorno por quetzal invertido, seguido del tratamiento 4 y 5.

8.2. Retorno a los factores de producción.

a. Retorno a la mano de obra.

El retorno a la mano de obra indica la eficiencia con la cual se usa este recurso. Se observa que el tratamiento 4 da la mayor retribución, seguido por el 1 (Ver Cuadro 7).

Es de tomarse en cuenta que el agricultor da poca importancia a este factor

debido a que es un factor abundante y regularmente lo cubre con su trabajo y el de su familia.

b. Retorno a capital invertido.

No todos los tratamientos requieren de inversión de capital. Unicamente los tratamientos 3, 4 y 5 requieren de capital. Entre ellos el tratamiento 4, obtiene la mayor tasa de retorno por quetzal invertido, seguido del tratamiento 5 (Ver Cuadro 7):

Cuadro 7. Indicadores económicos del retorno mano de obra y capital invertido de los tratamientos en estudio. Guatemala, 1984.

Tratamientos	Retorno mano de obra.	Retorno capital invertido
1	12.9	--- *
2	-31.9	--- *
3	12.1	-0.09
4	16.9	3.19
5	0.1	1.3

* Estos tratamientos no tienen inversión de capital.

9. Análisis de sensibilidad.

Se entiende por análisis de sensibilidad al procedimiento por el que se hacen variar los costos y precios involucrados dentro de un intervalo razonable para determinar si el ordenamiento original de las alternativas se ve afectado.

Partiendo de la premisa que los precios del cacao varían mucho se estima un incremento en el precio de 25%, lo que equivale al precio Q. 2.20 en kilogramos, en cuanto a costo se estima un incremento del 10% sobre los costos totales.

Cuadro 8. Análisis de sensibilidad del presupuesto parcial de los tratamientos en estudio. Guatemala, 1984.

Presupuestos parciales	TRATAMIENTOS				
	I	II	III	IV	V
Beneficio adicional rendimiento kg/ha.	69.4	-73.6	6.9	180.6	32.1
Valor unitario (Q/ha) <u>1/</u>	2.2	2.2	2.2	2.2	-2.2
Ingreso bruto	152.7	---	15.2	397.3	130.7
Costo total (Q/ha) <u>2/</u>	33.4	14.3	117.7	142.8	130.7
Ingreso neto	119.2	----	-102.5	254.5	50.0
Tasa de retorno	357%	----	-----	178%	38%

1/ Incremento del 25% en el precio del producto.

2/ Incremento del 10% en los costos de los tratamientos.

En el cuadro 8, se observa que el tratamiento 1 continúa con la mayor tasa de retorno, seguido del tratamiento 4 y 5.

Al relacionar la tasa de retorno inicial con la obtenida después del análisis de sensibilidad se pudo observar que el tratamiento 1 a pesar que tiene la mayor tasa de retorno sufrió un incremento del 18%, el tratamiento 4 se incrementó en un 22%, mientras que el tratamiento 5 tuvo un incremento bastante marcado que llegó al 72%.

Esto nos demuestra que al haber un incremento en los precios de venta del producto, los tratamientos más favorecidos son aquellos que presentaron inicialmente la menor tasa de retorno.

VI. CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados del presente estudio, se puede concluir lo siguiente:

1. En el estudio el tratamiento 4, (eliminación de mazorcas dañadas cada 8 días más aplicación de fungicida cada 15 días) resultó ser el que - dio un mayor número de mazorcas sanas y como - consecuencia un mayor rendimiento en cacao seco, entre los otros tratamientos en estudio no existe diferencia desde el punto de vista estadístico.
2. En cuanto a número de mazorcas enfermas y el - rendimiento de cacao producto de estas, todos los tratamientos mostraron similar comportamiento, determinándose que el incremento en producción en algunos tratamientos se debió al incremento en el número de mazorcas sanas y no a la disminución en la cantidad de mazorcas enfermas.
3. El análisis de regresión para las variables, número de mazorcas sanas y rendimiento de cacao de primera, resultó significativo para todos los tratamientos y el total, ello significa que existe amplia correlación entre ambas variables.
4. El análisis de regresión para precipitación y - número de mazorcas enfermas resultó significativo para los tratamientos 1, 4 y 5 que son aque-

llos tratamientos que tienen en común la eliminación de mazorcas dañadas ya sea cada 8 o cada 15 días.

5. Las pérdidas en la producción total de cacao - cuando no aplican medidas de combate de la enfermedad asciende al 19% de la producción total.
6. En cuanto a presupuesto parcial el tratamiento 4, que consistió en la eliminación de mazorcas dañadas cada 8 días y aplicación de fungicidas cada 15 días obtuvo el mayor ingreso neto - adicional, pero el tratamiento 1, (eliminación de mazorcas dañadas cada 8 días) mostró la mayor tasa de retorno, por lo que se considera el tratamiento más adecuado bajo las condiciones del estudio.
7. En cuanto a la tasa de retorno a mano de obra, el tratamiento 4, presentó la mayor tasa de retorno seguido del tratamiento 1, con la ventaja de que este último no requiere de capital de inversión.

En base a lo anterior se concluye que el tratamiento 1, (eliminación de mazorcas dañadas cada 8 días), tiene ventajas económicas sobre los tratamientos.

8. El análisis de sensibilidad confirma la superioridad, en cuanto a la tasa de retorno del tratamiento 1.

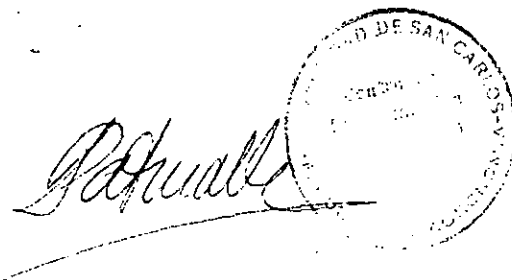
VII. BIBLIOGRAFIA

1. AVILA, M. La evaluación económica de la producción animal. Turrialba, Costa Rica, CATIE, 1979. 26 p.
2. COMPENDIO FITOSANITARIO. Leverkusen (Alemania) Farbenfabriken Bayer Aktiengesellschaft, c 1968. V.2:478-479.
3. ENRIQUEZ, G.A. y SORIA, V.J. Mejoramiento genético para resistencia a cinco enfermedades del cacao. Turrialba, Costa Rica, CATIE, s.f. 34 p.
4. ENRIQUEZ, G.A. y SORIA, V.J. Mejoramiento genético para resistencia a cinco enfermedades de cacao. Turrialba, Costa Rica, CATIE, 1977. 35 p. Documento preparado para su presentación en la sexta conferencia internacional para investigaciones en cacao, Caracas, Venezuela, 6-12 noviembre, 1977.
5. ENRIQUEZ, G.A. y PAREDES, A. Programa de plantas perennes, curso sobre el cultivo del cacao. Turrialba, Costa Rica, CATIE, 1979. s.p.
6. ESQUIVEL, J. Estudios sobre la reacción de resistencia de algunos cultivares de cacao (Theobroma cacao L) a la pudrición de los frutos causada por Phytophthora palmivora (Butl) en la región atlántica de Costa Rica. Tesis Mg. Sc. Costa Rica, Universidad de Costa Rica, 1973. 106 p.
7. GARRIDO, C.A. Evaluación de tres fungicidas y prácticas culturales para el control de la pudrición negra en la mazorca de cacao (Phytophthora palmivora). Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía, 1981. 44 p.

8. GUATEMALA, INSTITUTO TECNICO DE CAPACITACION Y PRODUCTIVIDAD. El cultivo racional y beneficio del cacao. Guatemala, 1981. 54 p.
9. HARDY, F. Manual de cacao. Turrialba, Costa Rica, CATIE, 1961. 358 p.
10. HERNANDEZ, J.A. Análisis de la tecnología empleada en la producción de cacao (Theobroma cacao L) en el municipio de San Antonio Suchitepéquez. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía, 1981. 77 p.
11. HOLDRIDGE, L.R. Mapa de zonificación ecológica de Guatemala, según sus formaciones vegetales. Guatemala, Ministerio de Agricultura, SCIDA, 1958. pp. 19.
12. LITTLES, T.M. y JACKSON, F. Métodos estadísticos para la investigación en la agricultura. Trad. de la 2a. ed. Inglesa por Anatolio De Paula Crespo. México, Trillas, 1981. -- 270. p.
13. NEWHALL, A., PAREDES, A. y SALAZAR, G. Estudios con fungicidas en el combate de la pudrición de la mazorca del cacao causado por Phytophthora palmivora. Cacao (Turrialba, Costa Rica) 12(3): 27-30. 1966.
14. NOSTI, J. Cacao, café y té. Barcelona, Salvat, 1953. 687 p.
15. PAREDES, A. Conferencia presentada en el seminario sobre el cultivo del cacao. Limón, Costa Rica, 1977. pp. 25-30.
16. PAREDES, A. Curso sobre el cultivo del cacao. Turrialba, Costa Rica, CATIE, 1979. pp. 73-77.
17. PERALTA, R. y ENRIQUEZ, G.A. Guía para el cultivo del cacao. Managua, Nicaragua, INRA, 1980. 36 p.

18. PERRIN, R.K. et al. Formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos. México, D.F., Las Américas, 1976. 54 p.
19. PROGRAMA DE Cacao. Informe anual, junio 1969-mayo 1970. Cacao (Turrialba, Costa Rica) 15(3): 1-15. 1970.
20. PROGRAMA DE Cacao. Informe anual, 1960-1961. Cacao (Turrialba, Costa Rica) 6(3): 1-31. 1961.
21. PROGRAMA DE Cacao. Informe anual, 1964-1965. Cacao (Turrialba, Costa Rica) 10(3): 1-27. 1965.
22. PROGRAMA DE Cacao. Variedades de cacao resistentes a Phytophthora palmivora. Cacao -- (Turrialba, Costa Rica) 10(1): 1-17. 1966.
23. ROCHA, H. La importancia de las sustancias polifenólicas en el mecanismo fisiológico de la resistencia de cacao (Theobroma cacao L) a la Phytophthora palmivora (Butl). Tesis Mg. Sc. Costa Rica, Universidad de Costa Rica, 1966. 45 p.
24. RODRIGUEZ, G. Herencia de la reacción del cacao (Theobroma cacao L) a la producción de la mazorca del cacao (Phytophthora palmivora). Tesis Mg. Sc. Costa Rica, Universidad de Costa Rica, 1983. 77 p.
25. SIMONS, C.S., TARANO, J.S. y PINTO, J.H. Clasificación de reconocimientos de los suelos de la república de Guatemala. Guatemala, José de Pineda Ibarra, 1959. pp. 265-294.
26. SILLER, L.R. Evaluación de fungicidas por medio de pruebas selectivas en el control de Phytophthora palmivora (Butl). Sobre Theobroma cacao L. Tesis Mg. Sc. Costa Rica, Universidad de Costa Rica, 1961. 56 p.

27. SUAREZ, C. Producción de cacao. Turrialba,
Costa Rica, CATIE, 1981. 29 p.
28. URQUHART, D.H. Cacao. Trad. de la 2a. ed.
Inglesa por Juvenal Valerio. Turrialba,
Costa Rica, IICA, 1963. 322. p.



VIII A N E X O S

Cuadro 1A. Análisis de varianza para número de mazorcas sanas.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F _c	0.05 F	0.01
Bloques	2	14,836.78	7,418.82	11.23	4.10 *	7.56 *
Trata- mientos	5	11,029.11	2,205.82	3.34	3.33 *	5.64 NS
Error	10	6,605.22	660.22			
Total	17	32,471.11				

* Significativo al 5% de probabilidad.

** Significativo al 1% de probabilidad.

NS No Significativo estadísticamente.

Cuadro 2A. Análisis de varianza para número de mazorcas enfermas.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F _c	0.05 F	0.01
Bloques	2	1,036.78	518.39	2.49	4.10 NS	7.56 NS
Trata- mientos	5	827.8	165.56	0.79	3.33 NS	5.64 NS
Error	10	2,085.2	208.52			
Total	17	3,949.78				

NS = No Significativo estadísticamente.

Cuadro 3A. Análisis de varianza para rendimiento de cacao seco de primera.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F _c	0.05 F	0.01
Bloques	2	255,484.23	127,742.12	20.47	4.10 *	7.56 **
Trata- mientos	5	111,254.85	22,250.97	3.56	3.33 *	5.64 NS
Error	10	62,399.63	6,239.96			
Total	17	429,138.71				

* = Significativo al 5% de probabilidad.

** = Significativo al 1% de probabilidad.

NS = No Significativo estadísticamente.

Cuadro 4A. Análisis de varianza para rendimiento de mazorcas enfermas.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F _c	0.05 F	0.01
Bloques	2	9,438.76	4,719.38	4.73	4.10 *	7.56 NS
Trata- mientos	5	3,589.11	717.82	0.72	3.33 NS	5.64 NS
Error	10	9,980.49	998.04			
Total	17	23,008.36				

* = Significativo estadísticamente.

NS = No Significativo estadísticamente.

ANALISIS DE REGRESION PARA PRECIPITACION (mm) Y NUMERO DE MAZORCAS ENFERMAS POR UNIDAD EXPERIMENTAL DURANTE EL ENSAYO, EN LOS TRATAMIENTOS-1, 4 y 5.

Cuadro 5A.

Tratamiento 1. Modelo Geométrico

ANDEVA

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F observada	F 0.05
Regresión	1	1.13860	1.13860	68.37	7.71
Error	4	0.06614	0.01665		
Total	5	1.20521			

bo = 6.6 bl = 1.0018 Determinación = .9447 Correlación=.9719

Cuadro 6A.

Tratamiento 4. Modelo Cuadrático.

ANDEVA

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F observada	F 0.05
Regresión	2	367.9381	183.96	6.30	7.71
Error	4	87.5619	29.1873		
Total	5	455.5000			

bo = 15.69 bl = .0621 b2 = .000112
 Determinación = .8077 Correlación = .8987

Cuadro 7A.

Tratamiento 5. Modelo Cuadrático.

A N D E V A

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F observada	F 0.05
Regresión.	2	605.2829	302.64	224.15	7.71
Error	3	4.0504	1.35		
Total	5	609.3333			

$b_0 = 7.45$

$b_1 = -.0628$

$b_2 = .000126$

Determinación = .9933

Correlación = .9966

Cuadro 8A. Análisis de regresión para número de mazorcas sanas y el rendimiento de cacao seco de primera.

Modelo Logarítmico

A N D E V A

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F observada	F 0.05
Regresión	1	0.578972	4.5789	830.60	7.71
Error	4	0.022051	0.0055		
Total	5	4.60102			

$b_0 = 0.034$

$b_1 = 1.04$

Determinación = 0.9952

Correlación = 0.9976

Cuadro 9A. Producción de cacao de primera en (kg/ha) durante el ensayo para cada uno de los tratamientos y la diferencia con el testigo.

Trata- mientos	Rendimiento (kg/ha)	Producción del testigo (kg/ha)	Producción extra(kg/ha)	Precio por(kg)	Total Q
1	312.50	243.06	69.44	1.76	122.21
2	169.44	243.06	-73.62	1.76	-129.57
3	250.00	243.06	6.94	1.76	12.21
4	423.61	243.06	180.55	1.76	317.77
5	315.28	243.06	82.12	1.76	144.53
6	243.06	243.06	0.00	1.76	0.00

NOTA: El tratamiento corresponde al testigo.

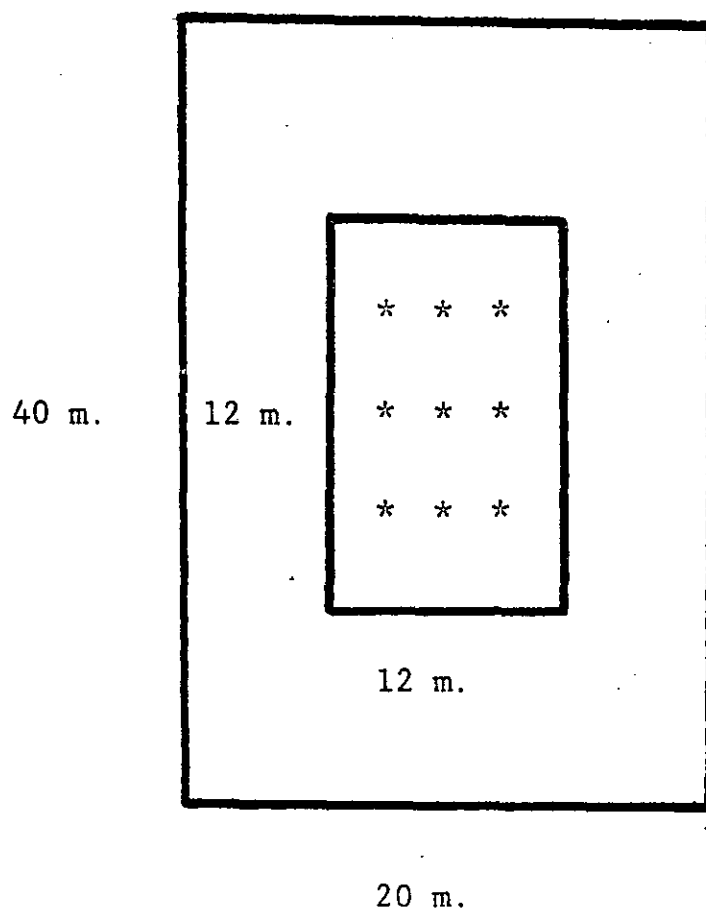
Cuadro 10A. Comparación de los costos de cada uno de los tratamientos y la producción de cacao de primera por (ha) durante en ensayo.

Tratamientos	Monto percibido por producción extra Q.	Costo por tratamiento Q.	Total Q.
1	122.21	30.39	91.82
2	-129.57	13.00	-142.57
3	12.21	107.75	-95.04
4	317.77	129.78	187.99
5	144.53	118.80	25.73
6	-----	-----	-----

Cuadro 11A. Precipitación y temperaturas máximas y mínimas durante el estudio. Guatemala, 1984.

Meses	P P (mm)	t° máxima °C	t° mínima °C
Julio	500	31	18
Agosto	500	30	20
Septiem- bre.	740	30	19
Octubre	630	30	20
Noviem- bre.	210	30	19
Diciem- bre.	50	31	19

UNIDAD EXPERIMENTAL



* Representan los árboles seleccionados dentro de cada parcela neta.

Figura 5A. Formas de las unidades experimentales. Guatemala, 1984.

CALENDARIO DE ACTIVIDADES DE 1983.

TRATAMIENTOS	JULIO				AGOSTO					SEPTIEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE					DICIEMBRE			
	6	13	20	27	3	10	17	24	31	7	14	21	28	5	12	19	26	2	9	16	23	30	7	14	21	28
1. Eliminación de mazorcas dañadas cada 8 días.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
2. Eliminación de mazorcas dañadas cada 15 días.		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X
3. Aplicación de oxiclورو de cobre al 50% de cobre metálico cada 15 días.		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X
4. Eliminación de mazorcas dañadas cada 8 días más aplicación de oxiclورو de cobre cada 15 días.	X	*	X	*	X	*	X	*	X	*	X	*	X	*	X	*	X	*	X	*	X	*	X	*	X	*
5. Eliminación de mazorcas dañadas cada 15 días más aplicación de oxiclورو de cobre cada 15 días.		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X
6. Testigo																										

X - Significa aplicación del tratamiento, excepto el tratamiento No. 4, donde X significa eliminación de mazorcas dañadas cada 8 días, y

* - Eliminación de mazorcas dañadas más aplicación de oxiclورو de cobre al 50% de cobre metálico.

† - Cosecha de cacao maduro cada 15 días (sanas y enfermas).

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.

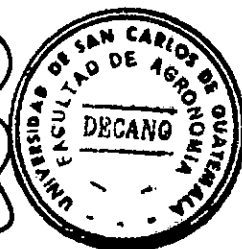
Apartado Postal No. 1845

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

Referencia
Asunto
.....

"IMPRIMASE"

A large, stylized handwritten signature in black ink, likely belonging to Cesar A. Castaneda S.



ING. AGR. CESAR A. CASTANEDA S.
D E C A N O