

Universidad Nacional Agraria de la Selva

TINGO MARIA

—0—



FACULTAD DE AGRONOMIA
Departamento Académico de Ciencias Agrarias

**“ EFECTO DE LA PODA FITOSANITARIA Y LA APLICACION DE FUNGICIDA
SOBRE LA INCIDENCIA DE ENFERMEDADES EN CACAO EN UNA PLANTA-
CION REHABILITADA ”**

T E S I S

Para optar el título de :

INGENIERO AGRONOMO

JAIME JOSSEPH CHAVEZ MATIAS

Promoción 1990

Tingo María — Perú

1993

DEDICATORIA

A LA MEMORIA DE MIS
QUERIDOS PADRES CON
ETERNA GRATITUD Y
DEVOCION.
(Q. E. P. D.)

A MIS QUERIDOS HERMANOS:
YOLANDA, RUBEN, que con su
sacrificio me han dado aliento
para culminar mi carrera y desde
su condición como padres, amigos
y compañeros de estudios supo
darme el ejemplo de constancia;
y a ellos le debo lo que soy y
la que tengo y estaré
eternamente agradecido.

Con el cariño de siempre
a mis hermanos: NORMA,
MOISES y WILLIAM; y
sobrinas: EDITH, KAREN
como ejemplo de bondad,
humildad y agradecimiento,
por la ayuda a materializar
mis aspiraciones.

AGRADECIMIENTO

- A la Universidad Nacional Agraria de la Selva, en especial a la Facultad de Agronomía, que contribuyeron a mi formación profesional.
- Al Ing. Agr. M. Sc. ROLANDO A. RIOS RUIZ, patrocinador del presente trabajo, por su valiosa ayuda Técnica y Científica, como por los consejos recibidos, complemento determinante para la culminación de la presente tesis.
- Al Señor Humberto Gómez, propietario del fundo situado en Afilador, quién me brindo todas las facilidades para la ejecución de los trabajos de campo.
- Al Ing. RONALD TRUJILLO LEON por su valioso apoyo moral y colaboración desinteresada en ejecución del presente trabajo.
- A todas las personas que en forma directa o indirecta hicieron posible la culminación de este estudio.

I N D I C E

	Págs
I. INTRODUCCION	14
II. ANTECEDENTES	16
A. ENFERMEDADES DEL CACAO	16
1. Escoba de bruja (<u>Crinipellis perniciosa</u> (Stahel) Singer)	17
2. Podredumbre parda de los frutos (<u>Phytophthora sp</u>)	24
3. Antracnosis de los frutos (<u>Colletotrichum</u> <u>gloeosporiodes</u> Penz)	30
4. Carbón negro ó podredumbre negra de los frutos (<u>Botryodiplodia theobromae</u> Pat) ..	30
B. REHABILITACION DE PLANTACIONES DE CACAO	31
1. Secuencia de la rehabilitación	32
2. Rehabilitación por reducción de altura ..	33
C. ESTRATEGIAS PARA EL CONTROL DE ENFERMEDADES DEL CACAO	34
D. CUANTIFICACION, PROGRESO Y COMPARACION DE ENFERMEDADES	46
E. RELACION ENTRE LA UBICACION DE LA PRODUCCION DE FRUTOS SANOS E INFECCION POR EL PATOGENO.	48
III. MATERIALES Y METODOS	50
A. INSTALACION Y CONDUCCION DE LOS EXPERIMENTOS	51
B. PARAMETROS EVALUADOS	54

1. Producción	54
2. Comportamiento de la enfermedades en estudio	55
3. Comportamiento epidemiológico de las enfermedades	59
C. RELACION ENTRE LA UBICACION DE LA PRODUCCION DE FRUTOS E INFECCION POR EL PATOGENO	62
IV. RESULTADOS	64
A. PRODUCCION	64
B. INCIDENCIAS DE LAS ENFERMEDADES OCURRIDAS EN EL FRUTO	68
1. Análisis de la curva de comportamiento de la escoba de bruja y podredumbre parda por tratamiento	68
2. Análisis de la curva de progreso de escoba de bruja y podredumbre parda por tratamiento	71
C. INCIDENCIA DE LA ENFERMEDAD ESCOBA DE BRUJA EN EL FOLLAJE	76
1. De las remociones efectuadas en el experimento	76
2. Incidencia incluyendo la remoción inicial	79
D. COMPORTAMIENTO EPIDEMIOLOGICO DE LAS ENFERMEDADES EN LOS TRATAMIENTOS	81
1. Comportamiento de las enfermedades en los	

tratamientos	81
2. Tomando como muestra al árbol como un todo	84
3. Tomando como muestra parte del árbol	91
E. RELACION ENTRE LA UBICACION DE LA PRODUCCION DE FRUTOS SANOS E INFECCION POR EL PATOGENO.	98
V. DISCUSION	108
A. DEL EFECTO DE LAS LABORES CULTURALES Y DEL FUNGICIDA MEDIDAS EN BASE A PRODUCCION	108
B. DEL EFECTO DE LAS LABORES CULTURALES Y APLICACION DE FUNGICIDA EN BASE A LA INCIDENCIA DE LAS ENFERMEDADES	111
1. En frutos	111
2. En el Follaje	116
C. DEL COMPORTAMIENTO EPIDEMIOLÓGICO DE LAS ENFERMEDADES	117
D. DE LA RELACION ENTRE POSICION DE PRODUCCION DE FRUTOS E INFECCION POR EL PATOGENO	121
VI. CONCLUSIONES	123
VII. RECOMENDACIONES	125
VIII. RESUMEN	127
IX. BIBLIOGRAFIA	129
X. ANEXO	139

INDICE DE CUADROS

	Págs
1. Tratamientos, remoción inicial, frecuencia de remoción y aplicación de fungicidas, probadas en el control de enfermedades en frutos de cacao ...	53
2. Peso de almendra en estado húmedo y seco	65
3. Número de frutos en relación a las enfermedades de etiología fungosa de ocurrencia común en cacao	66
4. Valores promedios de la tasa de progreso y del área debajo de la curva de progreso de la enfermedad de escoba de bruja y podredumbre parda en los tratamientos	74
5. La infección de frutos en relación a la enfermedad de etiología fungosa de ocurrencia común en cacao, expresado por el porcentaje de frutos enfermos	75
6. Incidencia de escoba de bruja en el follaje y cojín floral en el árbol de cacao en los tratamientos en estudio	78
7. Incidencia inicial e incidencia final de la escoba de bruja, en los tratamientos	80
8. Correlación simple del comportamiento de escoba de bruja y podredumbre parda con los parámetros climáticos.....	85
9. Correlación simple del comportamiento de escobas	

vegetativas, cojines florales infectados y frutos enfermos por podredumbre parda y escoba de bruja con los parámetros climáticos	87
10. Tasa de infección (r), calculados de los valores acumulativos del total de escobas vegetativas, escobas vegetativas secas, escobas vegetativas verdes, escobas terminales, escobas laterales, frutos infectados con escoba de bruja, frutos infectados con podredumbre parda y cojines florales; ACPE	90
11. Correlación simple del comportamiento de escoba de bruja y podredumbre parda en parte del árbol con los parámetros climáticos.....	93
12. Tasa de infección (r), calculado de los valores acumulativos de escoba de bruja y podredumbre parda en parte del árbol de cacao	97
13. Producción e infección de frutos por <u>Crinipellis perniciosa</u> y <u>Phytophthora</u> sp. en el cacao (Datos Originales).....	99
14. Producción e infección de frutos por escoba de bruja y podredumbre parda y total enfermos a intervalo de 0.50 m., expresado en porcentaje (%)..	100
15. Producción e infección de frutos por escoba de bruja y podredumbre parda y total enfermos respecto a tres intervalos, expresado en porcentaje (%)	101

16. Correlación simple de producción e infección de frutos por podredumbre parda, escoba de bruja y total enfermos.....	105
17. Número de frutos respecto a cada intervalo de altura, expresado en porcentaje (%) y por intervalo	106
18. Número de árboles con respecto al intervalo de altura de orqueta	142
19. Número de árboles en relación con la altura del mismo	143
20. Resumen de los análisis de variancia del peso de almendra húmeda y seca por parcela (Kg)	144
21. Resumen de los análisis de variancia de número de frutos en relación a las enfermedades de etiología de ocurrencia común en cacao	145
22. Resumen de los análisis de variancia de la tasa de progreso y del área debajo de la curva de progreso de la enfermedad de escoba de bruja y podredumbre parda en los tratamientos	146
23. Resumen de los análisis de variancia de la infección de frutos en relación a las enfermedades de etiología de ocurrencia común en cacao	147
24. Resumen de los análisis de variancia de la incidencia de escoba de bruja en el follaje y cojín floral en el árbol de cacao en los	

tratamientos en estudio	148
25. Resumen de los análisis de variancia del número de frutos respecto a cada intervalo de altura. Expresado en porcentaje (%) por intervalo	149
26. Resumen de los análisis de variancia del Número de árboles con respecto al intervalo de altura de orqueta	150
27. Resumen de los análisis de variancia del número de árboles en relación con la altura del mismo ..	150
28. Producción e infección de frutos por escoba de bruja, podredumbre parda y total enfermos respecto a tres intervalos, expresado en porcentaje.....	151

INDICE DE GRAFICOS

	Págs
1. Comportamiento de frutos infectados por escoba de bruja, expresado por la proporción cada 14 días (Nov.89 Oct.90)	69
2. Comportamiento de frutos infectados por podredumbre parda, expresado por la proporción cada 14 días (Nov.89 - Oct.90)	70
3. Progreso de la escoba de bruja, período Noviembre 89 a Octubre 90, expresado por la proporción de frutos enfermos (I-Datos originales, II-Datos transformados)	73
4. Progreso de la podredumbre parda, período Noviembre 89 a Octubre 90, expresado por la proporción de frutos enfermos (I - Datos originales, II- Datos transformados)	77
5. Comportamiento de frutos infectados por escoba de bruja, en relación con la precipitación; temperatura máxima, media y mínima; y al porcentaje de la humedad relativa a las 07, 13 y 19 horas en el período Noviembre 89 a Octubre 90 .	82
6. Comportamiento de frutos infectados por podredumbre parda, en relación con la precipitación; temperatura máxima, media y mínima; y al porcentaje de la humedad relativa a las 07, 13 y 19	

horas en el período Noviembre 89 a Octubre 90..	85
7. Comportamiento de escobas vegetativas, cojines florales infectados, frutos infectados por escoba de bruja y podredumbre parda en relación con la precipitación total; temperatura máxima, media y mínima; y al porcentaje de la humedad relativa a las 07, 13 y 19 horas en el período de Enero a Octubre del 90	86
8. Producción acumulativa total de escobas vegetativas, cojines florales infectados y frutos infectados por escoba de bruja y podredumbre parda; cuantificado por el método tradicional en Tingo María (Afilador)	89
9. Comportamiento de frutos infectados por escoba de bruja, en tronco y rama, expresado por la proporción semanal (Enero-90 a Octubre-90	92
10. Comportamiento de frutos infectados por podredumbre parda, en tronco y rama, expresado por la proporción semanal (Enero-90 a Octubre-90 ..	94
11. Progreso de la escoba de bruja en el tronco y rama, período Enero 89 a Octubre 90, expresado por la proporción de frutos enfermos (I-Datos originales, II-Datos transformados)	95
12. Progreso de la podredumbre parda en el tronco y rama, período Enero 89 a Octubre 90, expresado	

por la proporción de frutos enfermos (I-Datos originales, II-Datos transformados)	96
13. Relación entre posición de frutos producidos totales, sanos y enfermos en el período Abril 90 a Octubre 90	102
14. Relación entre posición de frutos enfermos totales, con escoba de bruja y podredumbre parda en el período Abril 90 a Octubre 90.....	104
15. Comportamiento de frutos infectados con escoba de bruja en tronco y rama con relación a la precipitación; temperatura máxima, media y mínima; y al porcentaje de la humedad relativa a las 07, 13 y 19 horas en el período Enero 90 a Octubre 90	140
16. Comportamiento de frutos infectados con podredumbre parda en tronco y rama con relación a la precipitación; temperatura máxima, media y mínima; y al porcentaje de la humedad relativa a las 07, 13 y 19 horas en el período Enero 90 a Octubre 90	141

I. INTRODUCCION

El cultivo de cacao es económica y socialmente importante para los países de América, por ser un importante generador de divisas, por dar ocupación a un buen número de campesinos del trópico y por ser uno de los cultivos más aptos para el manejo ecológicamente apropiado para el trópico húmedo. Actualmente en la región del Alto Huallaga están plantadas 7,664 has., con un rendimiento promedio de 351.64 Kgs./ha. (42).

En el Perú, el cultivo de cacao viene afrontando una serie de limitantes, entre los cuales los problemas fitosanitarios asumen gran importancia, la escoba de bruja (Crinipellis perniciosa (Stahel) Singer) y la podredumbre parda (Phytophthora sp), son los más importantes y diseminadas ampliamente en la región del Alto Huallaga (49).

En relación a las enfermedades que atacan al cacao, hasta el momento la práctica cultural de remoción ha sido el método de control recomendado. Sin embargo investigaciones recientes han precisado la necesidad de buscar alternativas desde el punto de vista químico que puede ser compatible con la práctica cultural recomendada y buscar así un manejo integral de estos problemas (51).

En cacao, en muchos países la práctica cultural es

combinada con el uso de fungicida. Entre tanto el uso de fungicida tiene que estar destinada a proteger a los cojines florales y frutos durante el período de máxima formación y desarrollo de frutos (7,41,59,61). Este enfoque debe darse hoy en día para el manejo de las enfermedades del cacao.

En la región del Alto Huallaga pocos estudios fueron realizados bajo este criterio y con la finalidad de profundizar los mismos en el presente trabajo se ha planteado los siguientes objetivos:

1. Determinar la eficiencia técnica del efecto de las podas fitosanitarias con la aplicación de fungicidas en el control de las enfermedades que infectan frutos de cacao en una plantación rehabilitada.
2. Determinar el comportamiento epidemiológico de las enfermedades que infectan frutos en cacao.
3. Determinar la relación entre la ubicación de la producción de frutos e infección por patógenos en los árboles de cacao.

II. ANTECEDENTES

A. ENFERMEDADES DEL CACAO

En el cultivo de cacao, uno de los problemas más complejos lo constituyeron las enfermedades. Estas se presentan con carácter endémico, es decir se encuentra siempre presente en los cacaotales. Sin embargo, como su intensidad depende principalmente de las condiciones ambientales, aquello varía en las diferentes zonas y épocas del año de la misma forma que varía el clima (7,50).

Según estudios en el Alto Huallaga confirman la presencia de "Escoba de Bruja", "Podredumbre Parda", "Antracnosis", "Podredumbre Negra", "Mal de Machete", "Podredumbre Radicular", "Arañero", "Mal Rosado", "Buba", "Podredumbre por Thielaviopsis" y "Alga Roja". En el Alto Huallaga las enfermedades de importancia económica lo constituyen la "Escoba de Bruja", infectando brotes vegetativos, cojines florales y frutos; y la "Podredumbre Parda ó Phytophthora", infectando frutos y tronco del árbol de cacao. Asimismo la "Antracnosis" y la "Podredumbre Negra" en frutos, merece tener en consideración debido a su amplia distribución geográfica (49).

1. Escoba de bruja (Crinipellis perniciosa (Stahel) Singer)

a. Etiología

El agente causal de la "Escoba de Bruja" es el hongo Crinipellis perniciosa (Stahel) Singer. De la clase Basidiomiceto, orden Agaricales, familia Agaricaceae (7,9).

STAHEL, en 1,915 describió el patógeno como Marasmius perniciosus. En 1,947, Singer hizo una revisión del género propuso la determinación actual de Crinipellis perniciosa (Stahel) Singer, la cual fue aceptada posteriormente por DENNIS y HOLLIDAY (2,25).

En 1,978 PEGLER (46) determinó tres variedades del patógeno, la variedad perniciosa, donde el pileo es blanquecino por lo menos en los márgenes; la variedad Ecuatoriensis, donde el pileo es uniformemente profundo y rojo y la variedad Citriniceps, donde el pileo es amarillo limón.

b. Origen y distribución

Se considera como centro de origen de la escoba de bruja, el Valle del Amazonas donde existe en forma endémica, estando circunscrita a Sud-América. Se registro por primera vez en Surinám en 1,895, posteriormente se diseminó por Ecuador (1918), Bolivia (1920-1922), Colombia (1921), Venezuela (1927), Trinidad

(1928), Perú (1920) y Brasil-Región Amazónica (8,9).

En el Perú se conoce que esta diseminado en todos los valles donde se cultiva cacao.

c. Importancia económica

Esta enfermedad es considerada una de las más importantes del cultivo de cacao en los países en donde existe. Después de su aparición a causado serios perjuicios económicos en los países productores, siendo los más afectados Surinám, Trinidad, Colombia y Venezuela, en los cuales a ocasionado pérdidas superiores a 50% en la producción (24).

En el Brasil, en la Región Amazónica (Amazonas, Para y Rondonia), donde la enfermedad ocurre normalmente, se calculó que las pérdidas de los frutos son del orden del 40%, siendo realmente difícil evaluar las pérdidas potenciales debido a la incidencia de ataque a los cojines florales y ramas jóvenes, en éste último caso disminuyendo la capacidad fotosintética de la planta (45). Entre tanto en el estado de Rondonia-Brasil ya fueron registradas en algunos fundos pérdidas hasta del 90% de la producción en los meses de Junio y Julio, constituyéndose la enfermedad en el factor limitante para la expansión del cultivo de cacao en esa región (2,3,8).

d. Sintomatología

El hongo puede afectar la planta de cacao en cualquier parte y a cualquier edad; sin embargo, son más susceptibles los tejidos meristemáticos en crecimiento, como brotes vegetativos, cojines florales, flores, hojas y frutos en los cuales produce hipertrófias ó crecimientos anormales como resultado de un desbalance hormonal debido a la interacción Patógeno - Hospedero (8).

Las plántulas pueden ser atacados en viveros cuyo síntoma se caracteriza por el engrosamiento anormal del brote apical, que representa en seguida un secamiento de las hojas más jóvenes, pudiendo posteriormente morir como consecuencia de la anulación de sus puntos de crecimiento (8,25).

Los síntomas en brotes vegetativos se caracterizan por una hipertrofia acompañado de una proliferación lateral de otros brotes, adquiriendo la forma de una escoba, los brotes infectados son de diámetro mayor que los normales, de entrenudos cortos, con hojas generalmente grandes, curvadas o retorcidas, pudiendo los pulvinos presentarse hinchados (16,25).

Las escobas al principio son de color verde y después de 4 a 6 semanas se secan y mueren adquiriendo una coloración marrón oscura. Después de

mueratas pueden caer o quedar fijadas a la planta por mucho tiempo, aproximadamente 5 a 6 meses después de la muerte de las esporas, y cuando las condiciones de temperatura y humedad son favorables, aparecen sobre ellas las fructificaciones del patógeno (24).

Los cojines infestados forman un aglomerado de flores anormales, hipertrofias de pedicelo grandes e hinchado que solo darán origen a frutos enfermos o no producen nunca (24). En Tingo María la mayor cantidad de cojines infectados ocurre en el período de Mayo-Julio, período con menor precipitación (61).

Frutos infectados muestran una variedad de síntomas que dependen del tipo de infección y edad del fruto en el momento de la infección. Los frutos que son infectados cuando tienen de 2 a 4 cms de longitud se tornan hinchados y deformados y maduran precózmemente. Frutos infectados en estados más desarrollados (8 cms), presentan cuando adultos, una mancha negra dura más o menos circulares; con el desarrollo de la infección se tornan secos y duros; en estos puntos los tejidos se encuentran internamente afectados, con las almendras dañadas y adheridas entre sí, la cáscara presenta una pudrición seca y acuosa dependiendo de la variedad y edad del fruto (8,18,24,58).

La fase más susceptible de los frutos a

la infección es de 1-3 meses de edad (8).

En frutos atacados después de 4 meses de edad, presenta la configuración de "Islas verdes" rodeado de color normal de madurez. En estos casos, si el agricultor cosecha el fruto a tiempo, éste no forma la mancha negra y se aprovecha totalmente sus almendras (2,11).

e. Epidemiología

1) Producción de inóculo, patogenesis y curva epidemiológica

Los basidiocarpos producidos por C. pernicioso presentan el píleo, variando de coloración de blanco a rojo oscuro. El diámetro del píleo varía 2-38 mm. En el interior del basidiocarpo son producidas las basidiosporas hialinas, que miden 10-11 x 4-5 milimicras (8). Cada basidiocarpo libera en las primeras horas de la mañana (esto por que ocurre una caída en la temperatura y aumento en la humedad), millones de esporas que son fácilmente diseminadas por viento (7,17). Liberados los basidiocarpos, son llevados por las corrientes de aire hasta los sitios de infección (tejidos meristemáticos del cacao), iniciándose el proceso de la patogenesis (24).

La germinación de las esporas es rápida, iniciándose después de una hora de infección en saturación de humedad y completando cuatro horas después.

Las esporas penetran a los tejidos tiernos del hospedero y colonizan intercelularmente, la cual provoca hipertrofia o hiperplasia (24).

En brotamiento y flores, los síntomas aparecen a las 4-6 semanas y en los frutos 8-10 semanas. Después de la muerte fisiológica en las escobas, se verifica un período de dormancia que varía de 4-6 meses siendo interrumpido con la llegada de las lluvias que activan las esporas para la producción de basidiocarpo, iniciando un nuevo ciclo del patógeno. El tiempo entre la muerte de los tejidos y el inicio de la producción de basidiocarpos, o sea el período de incubación, varía de 2 a 16 meses. En el Ecuador el promedio es de 8 meses y en el Brasil de 6 a 7 meses (24).

Solamente después de la necrosis el hongo puede completar su ciclo de vida. Los brotes con escobas secas los frutos y las hojas muertas, cuyos tejidos fueron colonizados y son capaces de producir basidiocarpos. Estos también han sido observados en pedúnculos viejos, de los cuales se han cosechado frutos infectados (24).

Una vez que la escoba comenzó a producir basidiocarpos, puede continuar produciéndolos regularmente, en condiciones de humedad óptima, por 2 años ó más. Escobas extraídas de los árboles producen

significativamente menos basidiocarpos que las escobas colgadas en los árboles (24).

Según ANDEBRHAN y RUDGARD (7) y EVANS (24), la precipitación pluviométrica es el factor más importante para inducir a las escobas secas a producir basidiocarpos. Indican además que altas precipitaciones constantes o períodos secos prolongados inhiben la formación de basidiocarpos. Lo ideal para una producción de basidiocarpo es una precipitación entre 1,500 a 2,500 mm. anuales, temperatura de 15 a 29 °C y humedad relativa próxima al punto de saturación.

Investigaciones relacionadas con epidemiología de escoba de bruja, fueron conducidos en la región del Alto Huallaga con la finalidad de determinar la curva de progreso de la enfermedad sobre los brotes, cojines florales y mazorcas. Los resultados nos demuestran que la cantidad de nuevas escobas en un nuevo período de crecimiento de las plantas dependen directamente de la relación que existe entre la presencia del tejido susceptible en ésta, la producción de basidiocarpo y la precipitación (5,10,61). Indica además que el mayor número de basidiocarpos son producidos en las escobas. Producciones mínimas son obtenidas en frutos. La mayor producción de basidiocarpos en escoba seca ocurrió en Tingo María en el período de

Marzo a Mayo, en Trinidad de Octubre a Febrero y en Colombia de Octubre a Diciembre (10,14,16,61).

2) Infección de frutos

El número promedio de frutos totales enfermos cosechados por mes, tiene un comportamiento cíclico bien definido. Las mayores infecciones en Colombia (Los Llanos), se suceden entre Agosto y Diciembre (14). En la Amazonía Brasileira ocurre entre Junio y Agosto, en la cual también coincide con el período máximo de cosecha (3,5). En Tingo María la máxima infección ocurre entre Abril y Setiembre, pudiendo ésta variar de acuerdo al comportamiento de la cosecha (47,59,61).

2. Podredumbre parda de los frutos (Phytophthora sp.)

a. Etiología

Por mucho tiempo se consideró a Phytophthora palmivora, como la única especie responsable de la podredumbre parda. Ahora se conoce que otras especies causan el mismo tipo de daño en el cacao y en cada área (50). Así en el Brasil son citados tres especies: Phytophthora capsici, Phytophthora palmivora y Phytophthora citrophthora como los responsables de la podredumbre parda en ese país (21).

b. Origen y distribución

El hongo Phytophthora palmivora (Butler) Butler se le encuentra diseminado en todas las zonas productoras de cacao (62).

c. Importancia económica

Esta enfermedad es la más antigua en importancia de todas las del cacao. Aunque la naturaleza e importancia de los destrozos que provoca, varía de un país a otro, Phytophthora sp., actúa prácticamente en todos los países donde se cultiva cacao. Es responsable de una pérdida de más de 30% de la cosecha (56).

En Costa Rica la pudrición de la mazorca se manifiesta con una intensidad aproximada del 50% y más del 50% en México, aunque de menor gravedad en el Brasil se estima que causa de 25 a 30% de la producción anual de cacao. Sin embargo en Trinidad, Venezuela, Surinám, República Dominicana y en Africa, en algunas plantaciones la enfermedad afecta casi a la totalidad de la producción, con menor severidad en Costa de Marfil y en Ghana, sin que por ello dejen de ser despreciables (27,40,54).

En Costa Rica se tuvieron reducciones de 46.4% en la producción. Esta cifra incluye un 8.6% de fruta madura infectada, pero no necesariamente pérdida si se cosecha en el estado inicial de la enfermedad; y 38%

de fruta no madura (cherelles), destruidas por el hongo. La protección de la fruta pequeña es por lo tanto de mucha importancia de mantener la producción (20).

d. Sintomatología

El hongo (Phytophthora sp.) puede atacar diversas partes del árbol, pero el daño más espectacular que ocasiona es en las mazorcas los mismos que son atacados en cualquier etapa de su desarrollo. La enfermedad ataca inicialmente a los frutos en cualquier punto de su superficie y en cualquier fase de su desarrollo, pero característicamente se inicia en la punta del fruto ó en la parte terminal del pedúnculo, extendiéndose de allí al resto del fruto. El tejido infectado es de color pardo y la línea de demarcación entre el tejido sano y enfermo es abrupta. La infección se extiende rápidamente y puede destruir la mazorca entera en pocos días. El contenido de la mazorca puede estar destruido ya sea total o parcialmente por una podredumbre color café (20,26).

La enfermedad se inicia en las mazorcas con la aparición de una mancha de color ébano que se extiende con rapidez y puede destruir progresivamente toda la superficie de la mazorca. En tiempo húmedo las mazorcas se recubren con un filtro miceliano blanquecino, la progresión de la enfermedad hacia el interior de los

tejidos del fruto es mucho más lento y si la mazorca está próximo a la madurez, puede hacerse la cosecha sin que las habas resulten dañadas. Pero si el ataque afecta a una mazorca más joven, en la que la enfermedad ha profundizado internamente hasta alcanzar a las habas, éstas se vuelven inutilizables. El examen del filtro miceliano que recubre la mazorca enferma revela la presencia de numerosos esporangios, que son órganos de reproducción asexual del hongo. Los esporangios liberan zoosporas ciliadas que dispersados por el agua, el viento o los insectos, pueden contaminar nuevos frutos (20,26,43).

e. Epidemiología

Los factores que favorecen el desarrollo de una enfermedad como la pudrición parda, en que intervienen más de una especie y formas especiales del patógeno, necesariamente van a variar ampliamente. En regiones donde el régimen de lluvia no es limitante para el hongo, por su distribución, la temperatura fresca juega un papel preponderante, tanto en la predominancia de una especie, como en el crecimiento y esporulación de éste (37,38).

Se ha observado que 3 a 4 días después de una lluvia se producen brotes intensos de la enfermedad, parece que la lluvia es el factor importante para el

desarrollo epidémico de esta enfermedad, a nivel de mazorcas. El hongo se conserva en la estación seca como saprófito y al atacar los órganos de las plantas hospedantes durante la estación lluviosa se convierte en parásito (62).

Los estudios biológicos adelantados en Tingo María y las observaciones de campo permiten aseverar que las infecciones iniciales siguen este patrón y que luego de 4 ó 5 días, en condiciones adecuadas después de aparecida el primer síntoma, se forma en la superficie del fruto una mancha de micelio blanquecino y órganos reproductores. Ocurrido esto se constituye en la principal fuente de disseminación e infección. De este modo se desprende que el patógeno puede producir una epidemia muy rápidamente (50).

Las fases del ciclo de vida del hongo son: micelio, clamidospora, esporangio, oospora y zoospora. El micelio es fino hialino, de 2 a 6 micras de diámetro, crecen en abundancia en las mazorcas, hojas y ramas; las hifas invaden las células del pericarpio de los frutos afectados. Las clamidosporas, estructuras de conservación del hongo, tienen un rol muy importante en el parasitismo durante el período seco del año, cuando las condiciones externas son desfavorables. La germinación de las clamidosporas tienen lugar después de

la primera y segunda semana de haberse formado (62).

La reproducción por esporangio y zoosporas es la forma más importante de multiplicación. El esporangio aparece en las mazorcas afectadas aproximadamente de los 4 a 6 días después del desarrollo de la lesión, como una fina capa o cubierta blanquecina son de forma ovoide ó periforme. En presencia de agua, las zoosporas son expulsadas en promedio de 15 a 30 por esporangio maduro, la liberación es rápida y la germinación puede ocurrir una hora y media después. La temperatura del agua en contacto con el esporangio, ideal para la liberación de zoosporas es de 15 a 19 °C. Los exudados de las mazorcas tienen una influencia atrayente sobre las zoosporas, esta sustancia incluye aminoácidos (DL-ácido aspártico, L-glutamina, DL-serina). Las zoosporas no han sido observados en la naturaleza, solamente en medios nutritivos (62).

Según experimentos realizados en Nigeria, indicaron que cerca del 40% de infecciones de frutos enfermos fueron iniciados, del inóculo del suelo por la salpicadura de la lluvia (37). Esto aumentó a 60% en una interpretación por GREGORY (1,984) quien reveló que una gran porción de infección de frutos que tuvieron una fuente no definida también resultó del suelo y los restos salpicados de los frutos por la lluvia (28).

3. Antracnosis de los frutos (Colletotrichum gloeosporiodes Penz)

Es una enfermedad igualmente muy extendida en países productores de cacao, pero en realidad no produce pérdidas de consideraciones, éste organismo afecta hojas, ramillas, frutos y plántones de cacao (58,63)

Los ataques de los frutos se concentra por lo general en mazorcas jóvenes de 6 a 14 semanas de edad. Sobre los que aparece manchas de color pardo ó café claro, deprimidas en el centro. En mazorcas adultas solo se dan a consecuencia de las heridas, picaduras de insectos ó de contaminaciones previa por C. pernicioso. El patógeno se caracteriza por presentar conidioforos dentro de acérvulos, los mismos que pueden ser de color blanco, crema, anaranjado o negro. Los cuerpos de fructificación se forman debajo de la epidermis e interrumpen la madurez (58).

4. Carbón negro o podredumbre negra de los frutos (Botryodiplodia theobromae pat)

Esta enfermedad se encuentra muy extendida en la zona tropical, atacando muchos cultivos además del cacao. Aunque es un parásito débil su acción es de importancia porque, una vez que entra a la mazorca causa destrucción total en corto tiempo. Se caracteriza por manchas muy oscuras que, a partir de alguna herida

recubre luego todo el fruto. La mancha se recubre de las fructificaciones del hongo que son negros, dando el aspecto de estar cubiertas de polvo de carbón (58).

Algunos autores indican que éste es un patógeno secundario, que ataca a los frutos luego que han sido debilitados por otras causas (picaduras, cortes, ataque de Phytophthora sp., C. perniciosa). Se encuentra más en la estación seca, aparece sobre todo encima de las mazorcas maduras no cosechadas que persisten en los árboles (20,50,58,59).

B. REHABILITACION DE PLANTACIONES DE CACAO

Hoy en día es perfectamente viable y racionalmente económico rehabilitar plantaciones de cacao con metodologías sencillas, logrando que en un corto tiempo vuelvan a ser productivas, incrementando el trabajo en los campos y lo que es más importante, retomar la confianza del agricultor por el cultivo. El incremento paulatino de la producción en las zonas de selva conllevará a una mayor y mejor eficiencia de esta actividad agroindustrial (12,34).

Rehabilitar es corregir errores agronómicos; con el empleo de semillas no certificadas, es corregir distanciamientos amplios y densos, restauración y adecuación de la sombra permanente, podas deficientes;

también es restaurar plantaciones rediseñando la arquitectura de la planta, adecuando la altura para un fácil y oportuno control de plagas y enfermedades (12,34).

En el país existen aproximadamente 16,000 has. susceptibles de ser rehabilitadas; y en los países de mayor producción de cacao en el mundo, la edad avanza de las plantaciones así como en Ghana se ha estimado que existen 270,000 has. superiores a los 45 años de edad, 105,000 has. de 40 años de edad en Costa de Marfil y en Brasil se registran 370,000 has. mayores de 40 años de edad (12). Este porcentaje de plantaciones antiguas exigen un esfuerzo de los países en investigar y adoptar modelos de rehabilitación y renovación de las plantaciones de cacao.

1. Secuencia de la rehabilitación

Si queremos elevar los niveles la producción y productividad tenemos que sustituir las plantas indeseables, poblar los lugares vacíos empleando plántones injertados y reducir la altura del árbol. Los pasos a seguir son: a) Formación de plántones para recalce. Con anticipación de cinco meses a la poda se debe formar los plántones de cacao y de sombra permanente. b) Poda sanitaria y remoción de escoba de bruja. Se recomienda realizar esta labor en la época

seca. c) Recalce y restauración de la sombra permanente. Inmediatamente concluida la poda y extracción de ramas, frutos, afectados por escoba de bruja, se realiza el recalce. d) A inicios de la época lluviosa se efectúa el abonamiento, con esto logramos la recuperación inmediata de la plantación. e) Repase la remoción de escoba de bruja después de los tres meses de la poda (12,34).

2. Rehabilitación por reducción de altura de árbol

Debido a factores tales como mal manejo de las podas, tradicionalismo, abandono de las plantaciones ó materiales con diferente vigor vegetativo, es muy común observar árboles o plantaciones de cacao con excesiva altura que lógicamente se constituyen en un obstáculo para ejecutar un manejo eficiente de la plantación, especialmente en lo que hace referencia a un correcto manejo y control de plagas y en forma especial de enfermedades como escoba de bruja y podredumbre parda (12,34). La reducción de altura puede hacerse en forma gradual ó de una sola vez hasta obtener una plantación uniforme no mayor de 5 m. de altura. Este método ofrece una ventaja adicional permitiendo que el árbol nuevamente vuelva a producir frutos en el tronco principal (12).

C. ESTRATEGIAS PARA EL CONTROL DE ENFERMEDADES DEL CACAO

El uso de tipos de cacao resistentes, está generalizado a todos los cultivos por ser éste el método más deseable. Un programa de manejo de las enfermedades en cacao debe contemplar el uso de material resistente o tolerante a las enfermedades, mientras pueda lograrse una resistencia más duradera y estable, los clones tolerantes deben ser usados, combinados con las prácticas culturales y/o químicos (7).

Muchas investigaciones sobre el control de la escoba de bruja han recomendado como el método eficiente a la remoción de las partes infectadas durante el período seco. Este período varía de acuerdo al país. Así en la Amazonia brasilera esta práctica se realiza entre Agosto-Setiembre, (7); y en Urabá Colombia, se da entre Enero y Febrero (10,52). Esta práctica en muchos casos es combinada con el uso de fungicidas (7,16). El uso de fungicidas para el control de ésta enfermedad tiene que estar destinado a proteger a los cojines florales y frutos durante el período de máximo formación y desarrollo de frutos (7,59,61).

Sobre el manejo de la enfermedad podredumbre parda MABBETT (36), indica que la versatilidad de ese patógeno en sitios de esporulación, modos de diseminación y compatibilidad con el clima requerido para el buen

crecimiento y alta producción de cacao, ha hecho de Phytophthora sp. del cacao, es una de las enfermedades más difíciles de manejar en los trópicos. Es de esperar que solo será posible controlarla utilizando clones resistentes, buenas prácticas sanitarias, y en general practicando un buen manejo de cultivo, desfavoreciendo el desarrollo y diseminación de la enfermedad y aplicando medios de control químico adecuado.

Por ello combinando la práctica de remoción de frutos infectados y adicionando las aplicaciones de fungicidas cúpricos es hasta hoy recomendado (35,39).

En relación a escoba de bruja, hasta el momento la práctica cultural de remoción de material infectado ha sido el método recomendado. Sin embargo investigaciones recientes han precisado la necesidad de buscar alternativas desde el punto de vista químico que pueden ser compatibles con la práctica cultural recomendada y así buscar un manejo integral de estos problemas (51).

1. Métodos de control

a. Podas fitosanitarias y remoción de tejidos enfermos

El control por métodos sanitarios significa la remoción física de las partes infectadas del árbol. Desde que los patógenos en cacao infectan al follaje y a los frutos, la remoción de ellas,

teóricamente controla las enfermedades. En cuanto a la escoba de bruja, la mayoría de basidiocarpos son producidos en las escobas remanentes en el árbol y no de aquellos que han caído al suelo. Por lo tanto, el principio de control es la remoción de todas las escobas de los árboles antes que produzcan basidiocarpos (16).

Investigaciones recientes en Brasil y Colombia plantea la importancia de la poda fitosanitaria de remoción de material enfermo, como un método de control efectivo cuando se realiza dentro de un contexto epidemiológico, experiencia obtenida principalmente con escoba de bruja. La remoción y destrucción del material enfermo para prevenir la formación de basidiosporas fue recomendado por STAHEL en 1,915 en Surinám, quién recomendó remover escobas cada 3-4 semanas. Cambios en este método desde que fue colocado en uso, concierne en el tiempo y frecuencia de remoción. STELL en 1,932 en Trinidad sugirió 4 remociones dando principal atención a 2 períodos: Abril y Octubre, BAKER y CROWDY en 1,943, refinaron el trabajo de STAHEL y concluyeron que el control de escobas de bruja puede ser satisfactorio, haciendo uso de esta recomendación, excepto en plantaciones viejas y muy infectadas o con variedades muy susceptibles (16,17).

De acuerdo con EVANS, la poda

fitosanitaria puede ser realizada una vez al año, preferencialmente en la estación seca, de modo que permita reducir los costos y prevenir la exposición de tejidos meristemáticos cuando las esporas del hongo estén presentes (24).

Todos los tejidos enfermos deben ser removidos junto con un aproximado de 15 cms de tejidos sanos en escobas vegetativas y una pequeña cantidad de cáscara sana en el caso de cojines florales infectados (13,16,63).

Se considera que las pérdidas de frutos son debido a la infección por basidiocarpos de fuentes próximas y por tanto puede ser controlado dentro de una área misma que alrededor tenga plantaciones altamente infectados. Entre tanto, escobas resultantes de infecciones provenientes de fuentes más distantes, siendo que para su reducción, el control sea conducido en áreas mayores que aquellos, necesarias al control de infección, de los frutos (29). En áreas donde la enfermedad existe en alto nivel epidémico, la poda fitosanitaria solamente será efectiva si es realizado por todos los agricultores (5,22).

La frecuencia de podas ha sido objeto de discusiones, investigaciones realizadas en la Amazonía Brasileira demuestra que con su poda en el período seco

Agosto - Setiembre, se consigue reducir las pérdidas de frutos de 25 a 30 % y con 2 podas en los meses de Setiembre y Enero las pérdidas fueron de 10 y 15 % (4).

Estudios conducidos en Benavides (Brasil) sobre el efecto de 2 podas en Agosto - Setiembre y una adicional durante Febrero, demostró que el porcentaje de escobas productivas removidas en Febrero, fue mucho más alta que en la primera poda. Bajo estas condiciones, considerando 5 meses como el período mínimo necesario para que una escoba necrótica comience a producir basidiocarpos, la segunda remoción en Febrero eliminó 56% de las escobas productivas comparado con solamente 13% en la poda de Setiembre. En base a estos resultados, a partir de 1,984, 2 remociones es recomendado (4).

En la Amazonía Brasileira, la época recomendada para el control fitosanitario a través de la remoción de todo los tejidos infectados es entre Agosto y Setiembre, con una segunda remoción en Noviembre - Diciembre; la primera elimina 20 - 22% de las escobas potencialmente productiva, comparados con 52 - 60% en la segunda práctica (2,5). En Colombia la remoción principal es realizada conjuntamente con la poda del árbol en Febrero - Marzo y la segunda época de remoción en Agosto (10,22). Por lo tanto, en estos dos países es reconocido una principal poda de escobas al final de la estación

seca y una segunda poda 3-4 meses después de comenzado las lluvias. Pero ésta generalización no pueden ser aplicados a todas las zonas ecológicas donde el cacao existe, siendo que el número de remociones a realizar puede variar (10,50).

Se realizó estudios en la zona marginal baja cafetalera en Colombia, donde evaluaron 4 frecuencias de remoción de escobas: cada mes, cada 3 meses (Marzo, Junio, Setiembre y Diciembre), cada 6 meses (Marzo y Setiembre) y cada año en Marzo. Encontraron como resultados que todas las frecuencias lograron un control efectivo de la enfermedad, siendo la frecuencia de remoción de escoba una vez al año, lo más económico, estadísticamente significativo en relación al testigo; (árbol/año) en comparación a la remoción mensual que presentó el mayor consumo de tiempo (24 h/árbol/año). Recomienda finalmente el uso de la frecuencia anual para agricultores empresariales y la frecuencia semestral para agricultores tradicionales (13).

Según investigaciones recientes en Tingo María (Afilador) donde se inició con una poda general bajando la altura de los árboles menor de 6 m, en el mes de Setiembre de 1,988, y con 4 tratamientos: Remoción 1 vez al año (Set. 89), remoción 2 veces al año (Dic. 88 y Set. 89), remoción 2 veces al año (Ene. 89 y Set. 89), y

remoción 3 veces al año (Ene. 89, May. 89 y Set. 89); el control de la escoba de bruja fue satisfactorio en Tingo María si las escobas son removidas en Setiembre y Diciembre-Enero, realizando 1 y/o 2 remociones anuales; las podas fitosanitarias de 3 veces al año no sirven para reducir más la infección y son antieconómicos. Realizando previamente la poda fitosanitaria y según el grado de infección presente, se reduce entre el 20 a 55% de frutos enfermos por escoba de bruja, de entre 100 a 200% de escobas y elevando la producción entre el 50 a 60 % (1).

En cuanto a podredumbre parda, las primeras tentativas de control se hicieron a través de prácticas agrícolas de efecto profiláctico (43).

En el Brasil obtuvieron buenos resultados en el control de la enfermedad con la adaptación de esas medidas. A partir de allí, para el control de podredumbre parda se recomienda las medidas fitosanitarias como la poda y limpieza de los cacaotales y el raleo del cacao cuando éstas están densos (39).

b. Control químico

Para escoba de bruja, hasta el momento la práctica cultural de remoción de material infectado ha sido el método de control recomendado. Sin embargo investigaciones recientes han precisado la necesidad de buscar alternativas desde el punto de vista químico que

pueden ser compatibles con la práctica cultural recomendada y buscar así un manejo integral de estos problemas (10).

Las investigaciones desarrolladas para el control químico de escoba de bruja con fungicida cúprico y sistémicos en aplicaciones del follaje del cacao, han sido desalentadores en la mayoría de los casos, pues aunque se logró reducir en parte la pérdida en mazorca, el control sobre las infecciones vegetativas ha sido negativo (10,51).

Según investigaciones en Brasil sobre el control de la escoba de bruja se utilizan fungicidas que están destinadas a proteger a los frutos en desarrollo y cojines florales, a menos que un fungicida sistémico, efectivo y barato se ha encontrado (7,16).

En un experimento realizado en Ouro Preto (RO) Brasil, donde los tratamientos fueron: a) poda fitosanitaria única en el mes de Setiembre, b) poda fitosanitaria en el mes de Setiembre, Diciembre, Marzo y Junio, c) poda fitosanitaria en Setiembre y cuatro pulverizaciones con óxido cuproso 45% (Cobre Sandoz) en período de Diciembre a Marzo, los resultados obtenidos en el primer año mostraron que todo los tratamientos redujeron sustancialmente la incidencia de la enfermedad en comparación al porcentaje de infección evaluado antes

de la instalación del experimento, estimado en más de 90%. Entretanto no hubo diferencias significativas entre los tratamientos poda fitosanitarias trimestrales. Los tratamientos A y B alcanzaron 39.7 y 38.7% de frutos enfermos, entretanto el tratamiento C con 22.6% que es el tratamiento que presentó un control más eficaz, evidenciado el efecto benéfico de la interacción control cultural y control químico. En cuanto a la producción los tratamientos alcanzaron 521.3, 496.1, 671.6 Kg/ha. para los tratamientos A, B y C respectivamente, no difiriendo significativamente entre ellos. En estos tratamientos se utilizaron de 62 a 67 jornales por hectárea (18).

En el Ecuador en un estudio de frecuencias de podas y dosis de Kocide 101 para el control de Moniliasis y Escoba de bruja, los autores demostraron que para el caso de escobas vegetativas y los cojinetes, todos los tratamientos mostraron grandes diferencias con el testigo, evidenciando los efectos beneficiosos de la poda en el control de estas enfermedades. Con respecto a rendimiento, dosis de 10 Kg/ha de Kocide alcanzó 117 Kg de peso de almendras; independiente del número de podas, fue superior al que alcanzó 45 Kg. de peso húmedo de almendras, presumiendo que este producto químico estimuló los procesos

involucrados en la floración de los árboles y cuajamiento de los frutos de cacao. Estas operaciones ya ha sido mencionado en investigaciones similares (31).

Para el control químico de la podredumbre parda los fungicidas cúpricos Kocide 101 (hidróxido de cobre conteniendo 56% de cobre metálico) y el Cobre Sandoz (óxido cuproso, con 50% de cobre metálico), fueron recomendadas en las siguientes formulaciones: a) pulverización a alto volumen (1000 lts/ha), fungicida a 0.4% del producto comercial en agua, aplicando con bomba pulverizadora manual indicada para viveros y plantaciones de pequeño porte, b) pulverización a medio volumen (120 lts/ha), fungicida a 4% de producto comercial en agua con 0.1 de adherente, aplicado a través de atomizador motorizado, c) pulverización a bajo volumen (20 lts/há) de fungicida Kocide 101 a 35.91% del producto en aceite y agua. En todas estas investigaciones, los autores llamaron la atención sobre el hecho de que sus recomendaciones sobre métodos de aplicación, no eran definitivos en virtud de que el proceso de investigación tiene por objeto renovar y crear nuevas técnicas (40).

En un experimento conducido en Costa Rica para evaluar la eficiencia del Mancozeb (Dithne M-45) , Hidróxido de Cobre (Kocide 101) y Caldo Bordales a 1% aplicados a intervalos de 3 semanas, se determinó que el

Caldo Bordales y el Kocide 101 fueron los fungicidas más efectivos alcanzando porcentajes de 5.3 y 5.4 de frutos con podredumbre parda comparando con 26.0% de frutos infestados en el testigo (30).

Con la finalidad de evaluar la eficiencia de fungicidas a base de cobre en el control de enfermedades que infectan frutos de cacao en diferentes dosis y número de aplicaciones en cacaotales en producción, los resultados demostraron que las parcelas con aplicaciones de fungicidas cúpricas (Caldo Bordales 0.75%, Hidróxido de Cobre (Kocide 101) 0.25% y Oxiclорuro de Cobre (Cupravit) 0.25%) alcanzaron mayor producción y reducción en el número de frutos enfermos, que el tratamiento sin fungicida (59).

c. Prácticas agronómicas

El manejo del ambiente con el objeto de crear condiciones inadecuadas para el desarrollo de las epidemias, es una práctica que puede aumentar la eficiencia de las recomendaciones técnicas para el control de enfermedades. En el árbol de cacao el distanciamiento y sombra son algunos de los principales factores, los cuales podrían afectar la incidencia de escoba de bruja desde que tales factores afectan el retraso de crecimiento de los árboles y subsecuentemente el microclima (3).

Para condiciones de Ecuador, sugirieron una suplementación de la polinización durante un período anterior a la estación seca; pues se verificaron que frutos que maduran durante la estación seca escapan de la infección (23).

Al comentar el sombreamiento del cacao, como una de las formas de minimizar los efectos de la escoba de bruja, EVANS (24), dice que la sombra es un asunto controvertido, más ciertamente puede reducir la infección disminuyendo los procesos fisiológicos del hospedero y así el brotamiento y floración, reduciendo la cantidad de tejidos expuestos al patógeno y tal vez alternando la composición química del tejido, tornando lo menos susceptible a la colonización del micelio parasítico del patógeno (24).

Para controlar la podredumbre parda a través de las prácticas agrícolas, según estudios realizados en Brasil recomiendan el raleo del cacao, cuando esta muy denso la plantación, las podas de ramas y hojas a los árboles de sombra y realizar canales para drenar los lugares encharcados (35,).

D. CUANTIFICACION, PROGRESO Y COMPARACION DE ENFERMEDADES

Un componente esencial para verificar la importancia de determinada enfermedad en un cultivo es la relación de la ocurrencia con las pérdidas en la producción. La medición rápida y precisa de la magnitud del ataque de enfermedades no ha sido fácil. Muchos sistemas, escalas e índices han sido usados para evaluación en enfermedades.

La magnitud (cantidad), de una enfermedad es considerada como intensidad que puede ser cuantificado por la incidencia o severidad. La incidencia es la relación de número de unidades evaluadas: Hojas, planta y fruto son ejemplo de unidades. La severidad representa la proporción del área afectada del tejido en relación al área total evaluada (32). Si la cuantificación de una enfermedad se realiza por métodos precisos, entonces se podrá avanzar en los estudios epidemiológicos con mayor precisión y confiabilidad.

Epidemia es definida como el aumento de la cantidad de la enfermedad en una población de plantas en un determinado tiempo y espacio (64). El estudio de la dinámica de aumento, en función del tiempo-progreso de la enfermedad, tuvo gran avance con los trabajos de VANDERPLANK (60). Según éste autor el progreso de la

enfermedad sigue dos modelos: el Monomolecular y el Logístico. La tasa de incremento de la enfermedad (r) es también llamada tasa de infección aparente o tasa de desarrollo de la enfermedad; y es usada para evaluar resultados en la aplicación de fungicidas, resistencia y otras medidas de control (37,57).

Varios autores observaron que no todas las enfermedades policíclicas se ajustan al modelo logístico propuesto por VANDERPLANK, y que otros modelos podrían permitir una transformación más adecuada para el cálculo de la tasa de infección aparente. Comparando los modelos Logísticos y Gompertz para describir el progreso de enfermedad en plantas, el modelo Gompertz fue superior al Logístico en la linearización de 113 curvas de enfermedades seleccionadas (19).

La ciencia epidemiológica ha evolucionado mucho últimamente. Sobre el título de epidemiología comparativa, se incluyen estudios de las diferencias, similares e identidades entre enfermedades, así como derivación de modelos y principios, de aplicación general para comparación de una variedad de eventos singulares en enfermedades de plantas y sus epidemias. La búsqueda del criterio y de los componentes de comparación de los efectos de la manipulación experimental de una enfermedad, así como el estudio de las diferencias y

similaridades epidémicas de varias enfermedades, depende del objetivo del trabajo propuesto (33). El área debajo de la curva de progreso de la enfermedad (ACPE), ha sido otro parámetro usado en epidemiología comparativa (53,60).

E. RELACION ENTRE LA UBICACION DE LA PRODUCCION DE FRUTOS SANOS E INFECCION POR EL PATOGENO.

El Cacao multiplicado por semilla tiene inicialmente un crecimiento ortotrópico y al alcanzar la altura de 1.0 a 1.2 m, este crecimiento se detiene, para luego emitir ramas plagiotrópicas. El número de ramas plagiotrópicas varía de tres a cinco que generalmente se denomina la copa o corona del cacao (48).

Según estudios realizados en el Centro de Pesquisas de Cacao-Brasil, llegaron a la conclusión que para obtener mayor producción, la altura del tronco debe variar de 1.00 a 1.40 m, además el mayor tamaño de tronco está relacionado con el mayor número de cojines florales que va influenciar en la producción de frutos. La producción de frutos en el tronco es mayor que en las ramas (6,48).

En una plantación de cacao en Ouro Preto-Brasil, cuyas plantas tuvieron una altura media del tronco 1.20 m hasta la orqueta, se estudiaron la relación entre

posición de fruto e infección por C. perniciosa. Los resultados demostraron que la distribución de los frutos tiene una marcada diferencia en la fructificación e infección en relación a su posición en el árbol. Habiendo realizado la cosecha a intervalo de 0.20 m, el máximo de producción de frutos fue obtenido entre los intervalos de 1.60 a 2.40 m, representando el 41% de la producción anual. En este rango hubo un índice de infección de 11% que correspondió a 38% de la pérdida anual. Esta investigación encontró además que el crecimiento vertical de la planta no incrementa significativamente la producción del fruto, pues el 96% de los frutos están por debajo de 3.40 m (6).

Estos datos son importantes para el control fitosanitario de escoba de bruja ó remoción de todos los tejidos infectados (6).

III. MATERIALES Y METODOS

La presente investigación objetivó evaluar, el efecto de las podas fitosanitarias y la aplicación de un fungicida cúprico en el control de las enfermedades de frutos de cacao. Para ello fue conducido un estudio en una plantación de cacao ubicado a la margen derecha del río Huallaga, Distrito de Rupa Rupa (Afilador), Km. 4 de la carretera Tingo María - Huánuco a una altitud de 666 m.s.n.m., en la formación vegetal de bosque muy húmedo Sub-tropical y en suelos aluviales, en el período de Setiembre 89 a Octubre 90 (44).

El experimento fue instalado en una plantación de cacao constituida de plantas con una altura máxima de 6 metros. En las parcelas donde se instaló el estudio, a los árboles se les practicó, una poda fitosanitaria de intensidad severa en el mes de Setiembre del 88 (1) y de intensidad media en el mes de Setiembre del 89 al iniciar éste estudio. Las aplicaciones de los fungicidas se realizaron durante la época de mayor formación y desarrollo de frutos que en la región ocurre en el período lluvioso (59,61). Las remociones del material infectado y las aplicaciones de los fungicidas fueron realizadas teniendo en cuenta el progreso epidémico de las enfermedades, el ciclo productivo del árbol de cacao

y las condiciones ambientales (61).

A. INSTALACION Y CONDUCCION DE LOS EXPERIMENTOS

El experimento fue conducido en una plantación establecida de 2 hás y 10 años de edad , con un distanciamiento de 4 x 4 metros (625 Ptas/ha.), compuesta de una mezcla de híbridos como material genético. Durante el año anterior a la instalacion de éste estudio, habia sido rehabilitada y montada un ensayo de control cultural de escoba de bruja (1). Dentro de la plantación se seleccionó una área de 0.25 has.

Durante la realización del experimento todas las labores culturales necesarias fueron realizadas, lo que constituyeron en: Poda fitosanitaria según la plantación. Los deshierbos fueron realizados manualmente en todo el área cuando era necesario. El abonamiento fue relizado a base del material inorgánico y orgánico en forma incompleta y practicado en el mes de Noviembre.

La frecuencia de remoción del material infectado por escoba de bruja fueron programados, que partiendo de una remoción principal (mes de Setiembre-89); las frecuencias de remoción variaron de 1 y 2 veces al año. Todos los tejidos enfermos fueron removidos juntos con aproximadamente 15 cms de tejido sano en escobas vegetativas, y una pequeña cantidad de corteza sana en el

caso de los cojines florales infectados.

Todo material enfermo removido se dejó en el suelo dentro de la plantación.

El fungicida utilizado fue el producto químico a base de cobre (Hidróxido de Cobre) escogido según su eficiencia demostrada por VALDERRAMA (59). Las pulverizaciones fueron realizadas por la mañana con un pulverizador manual de palanca de 15 litros de capacidad con boquilla tipo "abanico". El volumen de pulverización por tratamiento se obtuvo en una calibración del equipo utilizado, con cuyo gasto de agua fueron calculados los volúmenes de aplicación. La dosis utilizado, fue de 0.25 % de p.a. del fungicida cúprico adicionado del adherente Agrostín a 0.1 %.

Las pulverizaciones realizadas fueron estrictamente dirigidas al tronco y ramas principales del árbol de cacao hasta una altura de 4 mts aproximadamente, donde se presentaron la mayor cantidad de frutos en formación.

Las frecuencias de remoción de escoba, remoción de frutos y aplicación de fungicida en estudio se indican en el cuadro 1.

CUADRO 01. Tratamientos, remoción inicial, frecuencia de remoción y aplicación de fungicidas, probados en el control de enfermedades en frutos de cacao. Tingo María.

CLAVE	TRATAMIENTOS	PODA FITOSANITARIA Y REMOCION INICIAL	FRECUENCIA DE REMOCION	EPOCA DE REMOCION	EPOCA DE APLICACION DE FUNGICIDA *
T1	Remoción de escoba una vez al año y remoción de frutos enfermos cada 14 días.	Setiembre - 89	1	Setiembre - 90	-
T2	Remoción de escoba dos veces al año y remoción de frutos enfermos cada 14 días.	Setiembre - 89	2	Febrero - 90 Setiembre - 90	-
T3	Remoción de escoba dos veces al año y remoción de frutos enfermos cada 14 días y aplicación de fungicida cada 30 días.	Setiembre - 89	2	Febrero - 90 Setiembre - 90	Cada 30 días 13 Dic-89, 12 Ene-90 14 Feb-90 y 13 Mar-90
T4	Remoción de escoba dos veces al año y remoción de frutos enfermos cada 14 días y aplicación de fungicida cada 45 días.	Setiembre - 89	2	Febrero - 90 Setiembre - 90	Cada 45 días 13 Dic-89, 27 Ene-90 y 13 Mar - 90

* Fungicida utilizada: Hidróxido de cobre al 0.25 % de producto activo

El diseño estadístico utilizado en el experimento fue el de Block Completo Randomizado con 3 repeticiones y con 9 plantas útiles por parcela, separados cada una por una fila de plantas de cacao.

Todas las plantas útiles de cada parcela fueron identificadas mediante placas de aluminio de colores diferentes con los números del block y tratamiento respectivo.

B. PARAMETROS EVALUADOS

1. Producción

A partir del mes de Noviembre y a intervalos de 14 días hasta Octubre de 1,990, fueron cosechados de las plantas útiles por tratamiento, todos los frutos maduros sanos, enfermos y verdes enfermos. Los frutos enfermos en base a síntoma fueron discriminados, frutos atacados por escoba de bruja, podredumbre parda, podredumbre negra y antracnosis, contabilizando cada una de ellos por separado; de este modo fueron obtenidos el número de frutos totales, frutos sanos, frutos con escoba de bruja, frutos con podredumbre parda, frutos con podredumbre negra, frutos con antracnosis y frutos totales. Para el análisis de variancia y prueba de significación, los datos fueron transformados mediante la formula:

$$\sqrt{X + 0.5}$$

Todos los frutos sanos fueron partidos para extraer sus almendras (semillas). Los frutos enfermos por cada enfermedad, que al partirlas tenían alguna parte con almendras aprovechable también se contabilizaron por separado cada conjunto de almendra, y luego pesados, utilizando para el efecto una balanza de aguja con 25 gr. de precisión y 10 Kg. de capacidad, este peso se consideró como peso de almendras húmedas de cada grupo. El peso de almendra seca fue obtenida según prueba de determinación realizada por VALDERRAMA (59).

2. Comportamiento de la enfermedad en estudio

a. Incidencia de enfermedades en frutos

Las evaluaciones fueron realizados a intervalos de 14 días de la incidencia de Escoba de Bruja (Crinipellis perniciosa) y Podredumbre Parda (Phytophthora sp.).

Dado el hecho de que en condiciones de campo, se encuentran infecciones de frutos de dos o más patógenos, estas asociaciones fueron también evaluadas. Entre tanto fue considerado el patógeno de mayor incidencia como agente causal de la infección.

Los datos obtenidos de número de frutos de cacao por árbol, fueron sumados para cada fecha de observación y considerado como número actuales (at).

Así fueron calculados el número total

actual de frutos (Y_{at}), el número actual de frutos enfermos (X_{at}), para cada observación y para cada período.

La proporción de frutos enfermos (X_t), en las diferentes evaluaciones, expresada en forma acumulativa fue calculada mediante la fórmula:

$$X_t = \frac{X_{ct}}{Y_{ct}} = \frac{X_{at} + X_{qct}}{Y_{at} + Y_{qct}}$$

Donde:

X = Número de frutos enfermos.

Y = Número total de frutos.

c = Acumulativo.

at = Actual.

q = Caído.

t = Tiempo.

En las plantas marcadas, para cada fecha de lectura, un fruto fue considerado caído, cuando el fruto ausente (cosechado), estuvo presente en la fecha anterior.

La proporción cada 14 días de frutos enfermos, fue graficada en función del tiempo, con la finalidad de esquematizar el comportamiento de la curva de progreso de la enfermedad.

Por otro lado se cuantificó la proporción de la enfermedad en las diferentes evaluaciones,

expresadas en forma acumulativa, relacionándose el número de frutos con síntomas, para cada enfermedad por el número total de frutos.

Obtenida las proporciones acumulativas de frutos enfermos con escoba de bruja y podredumbre parda se estimó la tasa de infección y el área debajo de la curva de progreso de la enfermedad conforme a lo siguiente:

TASA DE PROGRESO:

Obtenida a partir de los datos de incidencia de la enfermedad, las cuales plotados en función del tiempo, originaron la curva de progreso de la enfermedad por cada tratamiento en estudio.

Los datos de proporción de la enfermedad, fueron sometidos al ajuste de tres modelos matemáticos de crecimiento, por medio del análisis de regresión, a fin de identificar el modelo que mayor explicase el progreso de la enfermedad en función del tiempo. Se comparó la adecuación de cada modelo por el coeficiente de determinación (R^2). Una vez seleccionado el mejor modelo, se transformaron los datos originales referidos a proporción acumulativa de la enfermedad a Logit, $Y = \ln(Y/1-Y)$; Monit, $Y = \ln(1/1-Y)$ y Gompit $Y = -\ln(-\ln(Y))$, con el propósito de usar el modelo Logístico, Monomolecul ar ó de Gompertz, respectivamente y eligiéndose el modelo de Gompertz por ajustarse más a las curvas.

Graficando estos datos contra los del tiempo (t) y mediante el análisis de regresión lineal simple, se calculó la tasa (k) de progreso de la enfermedad, con base en la inclinación, de la línea de regresión.

EL AREA DEBAJO DE LA CURVA DE PROGRESO DE LA ENFERMEDAD:

El área debajo de la curva de progreso de enfermedad (ACPE), fue calculado por la ecuación propuesta por SHANNER y FINNEY (51):

$$ACPE = \sum_{x=1}^n \frac{(Y_{(i+1)} + Y_i)}{2} (X_{(i+1)} - X_i)$$

Donde:

Y_i = Proporción de la enfermedad en i -ésima observación.

X_i = Tiempo (días) en la i -ésima observación.

n = Número total de observación.

Además de los números de frutos contabilizado en la cosecha, discriminados en cada enfermedad fueron analizados en base al porcentaje promedio de frutos infectados por escoba de bruja y podredumbre parda. Para realizar el análisis de variancia y prueba de significación los datos de porcentaje fueron previamente transformados a la formula: $\text{Arc. sen. } \sqrt{x}$

b. Incidencia de enfermedades en el follaje

Al inicio del experimento y de cada fecha de remoción fueron evaluados en cada uno de los árboles que constituye la parcela útil de un tratamiento el número de escobas terminales y escobas laterales, escobas verdes y secas, así como el número de cojines florales infectados por árbol. Estos datos permitieron obtener el número promedio por árbol, por tratamiento de los parámetros citados, los mismos que fueron comparados mediante el análisis de variancia y prueba de significación de Duncan.

3. Comportamiento epidemiológico de las enfermedades

Para determinar el comportamiento de las enfermedades en estudio se cuantificó en:

a. Comportamiento de las enfermedades en los tratamientos

Siguiendo la metodología descrita anteriormente (Página 55), se cuantificó la enfermedad en cada uno de los tratamientos, permitiendo diferenciar el comportamiento de escoba de bruja y podredumbre parda.

b. Tomando como muestra al árbol como un todo

Al inicio del experimento fueron elegidos 9 plantas de cacao al azar en las parcelas que solamente una remoción de escoba al año. En cada una de las plantas

a partir de Enero fueron cuantificados a cada 14 días el número de escobas vegetativas verdes y secas, terminales y laterales; el número de cojines florales y frutos infectados en los árboles.

Los valores de incidencia de escobas vegetativas, cojines florales infectados por escoba y frutos infectados por escoba de bruja fueron graficados contra el tiempo originando la curva de comportamiento de la enfermedad en cada uno de los órganos de la planta.

Para el cálculo de la tasa de infección los datos de cada parámetro fueron acumulados, graficados en función al tiempo y en relación al total de infecciones alcanzados durante el experimento, en estudio fue determinado la proporción de la enfermedad que transformado al modelo matemático de Gompertz permitió calcular la tasa de infección.

El área debajo de la curva de progreso de la enfermedad (ACPE), fue calculado por la ecuación propuesta anteriormente.

c. Tomando como muestra parte del árbol

Este método principalmente fue orientado a determinar el comportamiento de la enfermedades en frutos. Para lo cual se tomaron 10 plantas y en cada uno de ellos una área de 1.30 mts. en el tronco y dos áreas de 1.50 mts. en las ramas principales en donde fueron

evaluados semanalmente el número de frutos totales, sanos, y enfermos por escoba de bruja y podredumbre parda.

Los valores de incidencia de cada uno de las enfermedades fueron graficados contra el tiempo originando la curva de progreso de cada enfermedad en frutos, con estos datos se obtuvo la proporción semanal y proporción acumulativa, la que permitió obtener la tasa de progreso y el ACPE de escoba de bruja y de podredumbre parda según metodología ya explicada.

A fin de determinar la influencia de los factores climáticos en el comportamiento de la escoba de bruja y podredumbre parda en cada una de los 3 tipos cuantificados, las curvas de crecimiento fueron correlacionados con los parametros de temperatura máxima, media y mínima, con la humedad relativa a las 07, 13, 19 horas, con la precipitación total y días con lluvias.

Todos estos datos fueron obtenidos de la Estación Meteorológica de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, ubicada a 1 Km. del lugar del experimento. Cada dato fue referido al período de cada evaluación.

C. RELACION ENTRE LA UBICACION DE LA PRODUCCION DE FRUTOS E INFECCION POR EL PATOGENO EN ARBOL DEL CACAO

En la plantación donde se estudiaron los efectos de control, nos permitió establecer este estudio. Para lo cual se marcaron dentro de la plantación 108 plantas de cacao y durante el período de Abril a Octubre, en cada uno de los árboles y a intervalos de 14 días se cosecharon los frutos de acuerdo a su altura de ubicación en el árbol, habiéndose establecido intervalos de 0.50 m a partir del suelo y hasta el total de altura que el árbol tenía.

Para observar en que posición o altura se encuentra la mayor cantidad de frutos producidos, número de frutos sanos y enfermos totales, fueron relacionados con cada intervalo de altura, hasta el nivel máximo alcanzado. Asimismo el número de frutos totales y enfermos con escoba de bruja y enfermos con podredumbre parda fue relacionado con cada intervalo de altura.

Del mismo modo el total de frutos cosechados por intervalo, por árbol y seleccionando en tres intervalos mayores permitió determinar el mayor porcentaje del total de frutos sanos e infectado por cada intervalo.

Del total de cosecha obtenida, permitió obtener el porcentaje de frutos sanos e infectados por intervalo de altura. Estos datos fueron sometidos a análisis de

variancia utilizando el Diseño Completamente Randomizado donde cada intervalo representó un tratamiento. Para este análisis los datos fueron previamente transformados a la formula: $\text{Arc.Sen. } \sqrt{T}$.

IV. RESULTADOS

A. PRODUCCION

La producción obtenida en el experimento se presenta en los cuadros 2 y 3. Existe diferencia significativa entre los tratamientos, con respecto al peso de almendras húmedas y secas por tratamiento. Entre los tratamientos 2, 3 y 4 no existe diferencia significativa más estos difieren del tratamiento 1, que obtuvo el menor peso de almendra húmeda, entre tanto el tratamiento 1 no difiere estadísticamente de los tratamientos 2 y 4 (Cuadro 2).

Con respecto al peso promedio de almendras húmedas de los frutos enfermos, los promedios de escoba de bruja y podredumbre parda por tratamiento difieren significativamente entre ellos, en cambio el peso promedio de almendra húmeda de frutos infectados con podredumbre negra y antracnosis no difieren estadísticamente.

El tratamiento 2 fue el que obtuvo el mayor peso promedio de almendra húmeda obtenidas de frutos infectados por escoba de bruja, superando a los demás tratamientos (Cuadro 2). En cuanto al peso promedio de almendras húmedas obtenidas de frutos infectados por podredumbre parda los tratamientos 1, 2 y 4 superan

CUADRO 02. Peso de almendra en estado húmedo y seco .

		P E S O P O R P A R C E L A (Kg) *						
CLAVE	TRATAMIENTO	A L M E N D R A H U M E D A					ALMENDRA SECA **	
		Total (sano+enfermo)	Total sanos	Escoba de bruja	Podredumbre parda	Podredumbre negra	Antracnosis	Total (sano+enfer.)
T1	Remoción de escoba una vez al año y remoción de frutos enfermos cada 14 días.	60.95 b	55.80 b	4.48 b	0.54 ab	0.07 a	0.06 a	24.38 b
T2	Remoción de escoba dos veces al año y remoción de frutos enfermos cada 14 días.	65.95 ab	56.72 b	7.92 a	1.15 a	0.15 a	0.01 a	24.38 ab
T3	Remoción de escoba dos veces al año y remoción de frutos enfermos cada 14 días y aplicación de fungicida cada 30 días.	81.71 a	75.89 a	5.20 b	0.49 b	0.07 a	0.06 a	32.68 a
T4	Remoción de escoba dos veces al año y remoción de frutos enfermos cada 14 días y aplicación de fungicida cada 45 días.	76.74 ab	70.49 ab	5.52 b	0.66 ab	0.05 a	0.02 a	30.70 ab
C.V. (%)		10.9	11.25	9.60	36.70	82.80	111.00	10.90

* En cada columna, los promedios seguidos por la misma letra no difieren entre sí (DUNCAN P=0.05).

** Peso estimado en 40 % de peso húmedo de almendra húmeda.

CUADRO 03. Número de frutos en relación a las enfermedades de etiología fungosa de ocurrencia común en cacao.

CLAVE	TRATAMIENTO	NÚMERO DE FRUTOS POR PARCELA *						
		Total ** (sano+enfermo)	Total sanos	Total enfermo	Escoba de bruja	Podredumbre parda	Podredumbre negra	Antracnosis
T1	Remoción de escoba una vez al año y remoción de frutos enfermos cada 14 días.	738.25 b	556.46 b	181.75 ab	159.26 ab	17.06 a	1.96 a	2.85 a
T2	Remoción de escoba dos veces al año y remoción de frutos enfermos cada 14 días.	793.04 ab	594.86 ab	198.31 a	180.40 a	14.40 ab	1.16 a	1.16 a
T3	Remoción de escoba dos veces al año y remoción de frutos enfermos cada 14 días y aplicación de fungicida cada 30 días.	866.21 a	739.34 a	127.19 b	116.14 b	8.03 c	1.63 a	0.81 a
T4	Remoción de escoba dos veces al año y remoción de frutos enfermos cada 14 días y aplicación de fungicida cada 45 días.	836.44 ab	693.29 ab	143.50 ab	131.75 ab	10.65 bc	0.27 a	0.27 a
C.V. (%)		2.97	5.25	8.09	7.70	10.66	25.30	35.67

* En cada columna, los promedios seguidos por la misma letra no difieren entre sí (DUNCAN P=0.05).

** Para el análisis de variancia y prueba de significación los datos fueron previamente transformado en $\sqrt{X+0.5}$.

estadísticamente al tratamiento 3.

En lo que se refiere al número de frutos totales y sanos por parcela, también hubo significación entre los tratamientos (Cuadro 3). Los tratamientos 2,3 y 4 fueron superiores al tratamiento 1, ya que estos tratamientos estadísticamente son iguales entre tanto el tratamiento 1 no difiere de los tratamientos 2 y 4. En este experimento se observó que a mayor número de frutos sanos y totales (Cuadro 3), corresponde una mayor producción de almendras húmedas (Cuadro 2).

En cuanto al número de frutos enfermos e infectados por escoba de bruja y podredumbre parda presentan diferencias entre tratamientos. El tratamiento 2 presentó el mayor número de frutos enfermos, también presentó números de frutos enfermos por escoba de bruja, más no difirió estadísticamente de los tratamientos 1 y 4 (Cuadro 3). El tratamiento 3 fue el que menor número de frutos enfermos totales, así como escoba de bruja y podredumbre parda obtuvo; aunque no difirió estadísticamente del tratamiento 4.

El número de, frutos infectados con podredumbre negra y antracnosis no presentan diferencias significativas entre los tratamientos (Cuadro 3).

B. INCIDENCIAS DE LAS ENFERMEDADES OCURRIDAS EN EL FRUTO

1. Análisis de la curva de comportamiento de escoba de bruja y podredumbre parda por tratamiento:

El trabajo está orientado a determinar el efecto de las labores culturales y químicas en el control de la escoba de bruja y podredumbre parda; por lo tanto, los valores de proporción de 14 días de frutos enfermos, de cada una de estas enfermedades observada en los 4 tratamientos considerado en el experimento, fueron graficados a través del tiempo, obteniéndose las curvas del comportamiento de cada enfermedad (Figura 1, 2).

En cuanto al comportamiento de la escoba de bruja los 4 tratamientos en estudio tuvieron un comportamiento diferencial (Figura 1). Mientras que los tratamientos 3 y 4 que recibieron 2 remociones de escoba más aplicación de fungicida tuvieron un pico leve de incidencia de escoba en el período de Abril-Mayo, los tratamientos 1 y 2 que no recibieron aplicaciones de fungicida este pico de incidencia fue mucho mayor. Habiendo realizado las aplicaciones de fungicida cúprico a partir del mes de Diciembre, protegieron a los frutos cuya formación derivarían en la cosecha de Abril-Mayo, obteniéndose con ello baja incidencia de frutos infectados con escoba, y el más bajo con el tratamiento 3, que recibió las aplicaciones cúpricas cada 30 días.

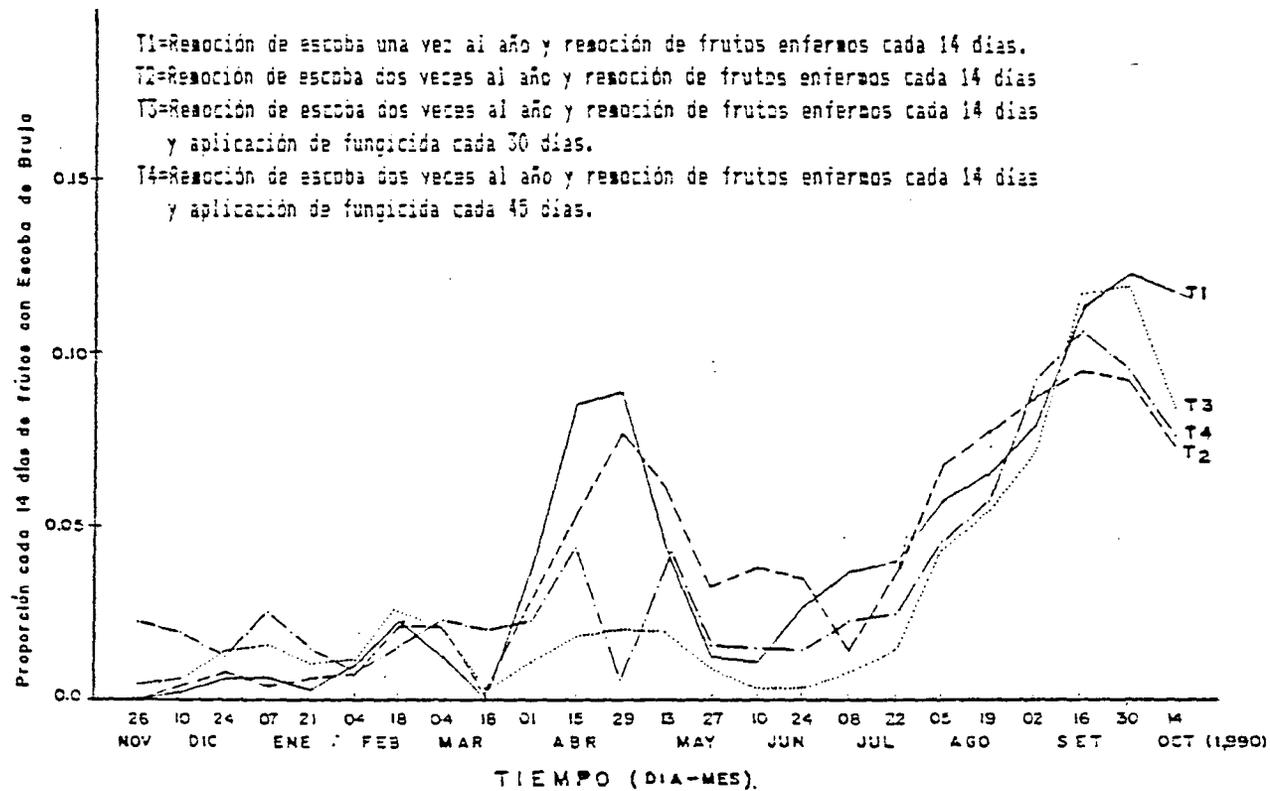


FIGURA 1. Comportamiento de frutos infectados por escoba de bruja, expresado por la proporción cada 14 días (Nov.89-Oct.90).

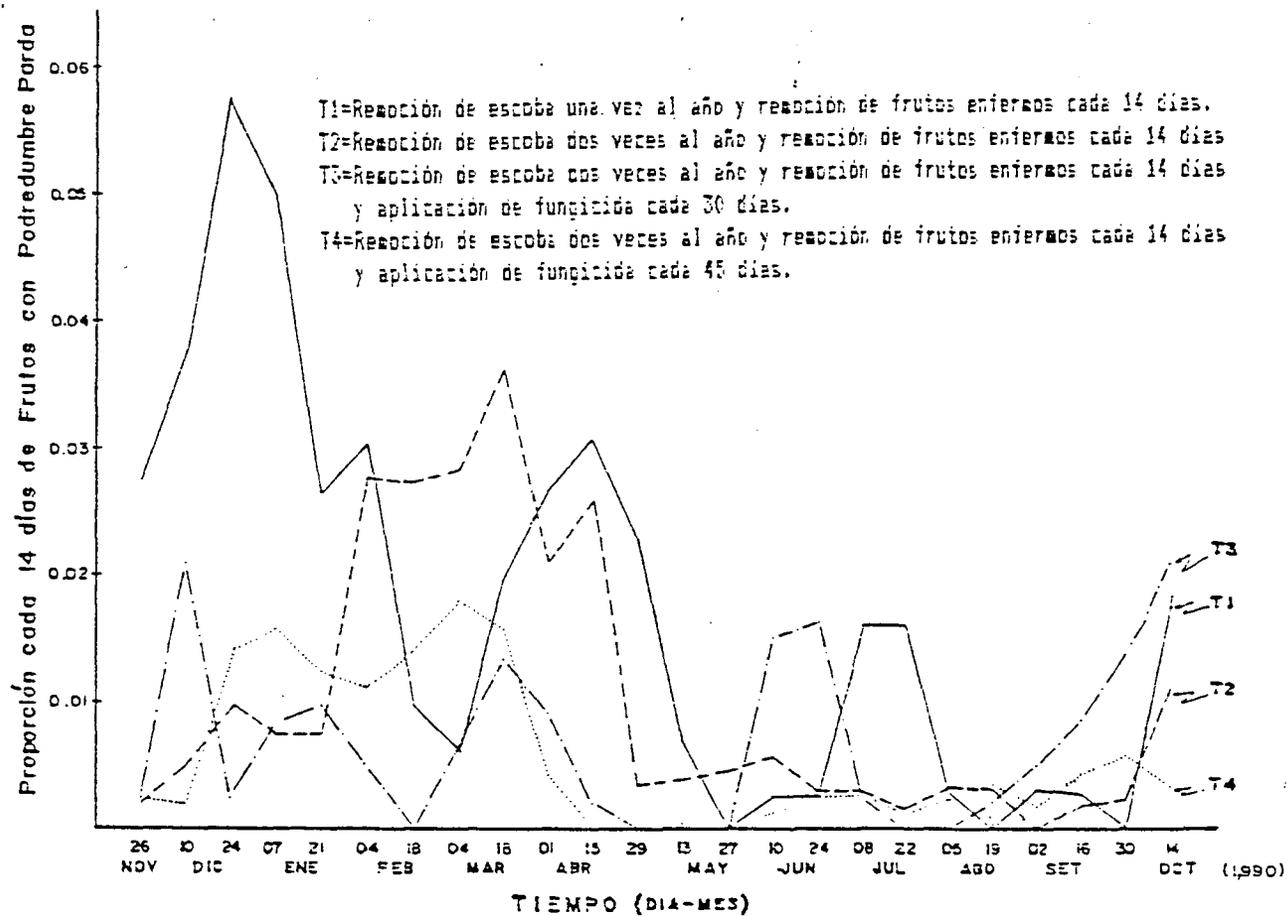


FIGURA 2. Comportamiento de frutos infectados por podredumbre parda, expresado por la proporción cada 14 días (Nov.89-Oct.90).

Posteriormente todos los tratamientos alcanzaron un segundo pico de incidencia similares entre Setiembre y Octubre, no habiendo efecto de las aplicaciones, ya que se paralizaron estos en el mes de Marzo.

En cuanto al comportamiento de la podredumbre parda entre los 4 tratamientos, ésta también es diferencial (Figura 2). En el período de aplicaciones de Diciembre a Marzo los tratamientos 1 y 2 presentan niveles de frutos infectados más altos que los tratamientos 3 y 4 que recibieron aplicación de fungicida, presentando el nivel más bajo el tratamiento 3 que recibió aplicación de fungicida cada 30 días.

2. Análisis de la curva de progreso de escoba de bruja y podredumbre parda por tratamiento

Con los datos de la proporción acumulativa de frutos enfermos por cada enfermedad, se ensayaron tres modelos matemáticos, eligiéndose el modelo de Gompertz por ajustarse más a las curvas. En éste modelo, los datos originales fueron transformados en unidades Gompit $Y = -\ln(-\ln(Y))$. Para la obtención de la tasa de progreso de la enfermedad (k), en los diferentes tratamientos para los tres parámetros evaluados.

a. Epidemiología comparativa de la incidencia de frutos con escoba de bruja

En la figura 3 son presentados las curvas de progreso y tasas de progreso de frutos con escoba de bruja en cada uno de los tratamientos.

En base a los valores de proporción de enfermedad, se observa que los tratamientos 1,2 y 4 son superiores al tratamiento 3 (Figura 3-a). En cuanto a la tasa de progreso de escoba de bruja, los tratamientos 1 y 2 son superiores a los tratamientos 3 y 4 (Figura 3-b). Entre tanto analizando estadísticamente, se nota que el tratamiento 2 supera estadísticamente a los tratamientos 1,3 y 4 que no difieren entre ellos (Cuadro 4). Cuando es analizado en base al área debajo de la curva de progreso de la enfermedad el tratamiento 2 superó estadísticamente a los demás tratamientos, siendo que los tratamientos 3 y 4 obtuvieron los menores ACPE sin deferir estadísticamente entre ellos (Cuadro 4).

En el cuadro 5, se puede observar los valores del porcentaje de frutos con escoba de bruja, donde los tratamientos 1 y 2 superan significativamente a los tratamientos 3 y 4. Esto es, que estos últimos redujeron en un 40 a 44 % de frutos enfermos por escoba de bruja en relación a los tratamientos 1 y 2.

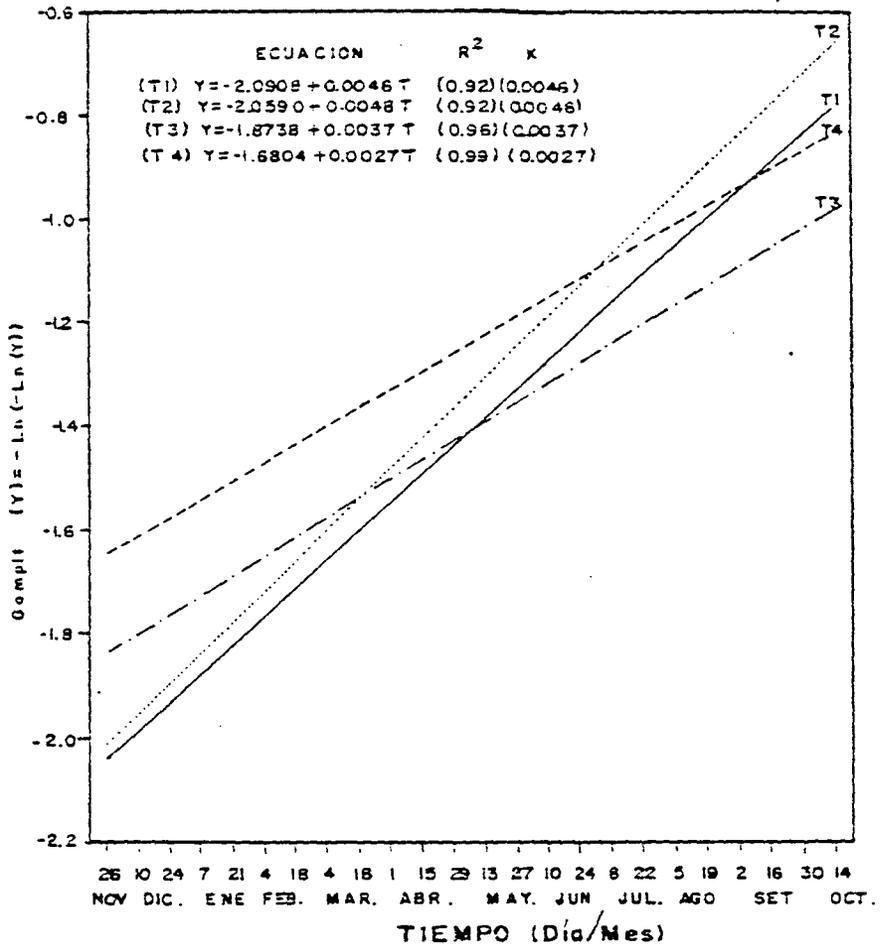
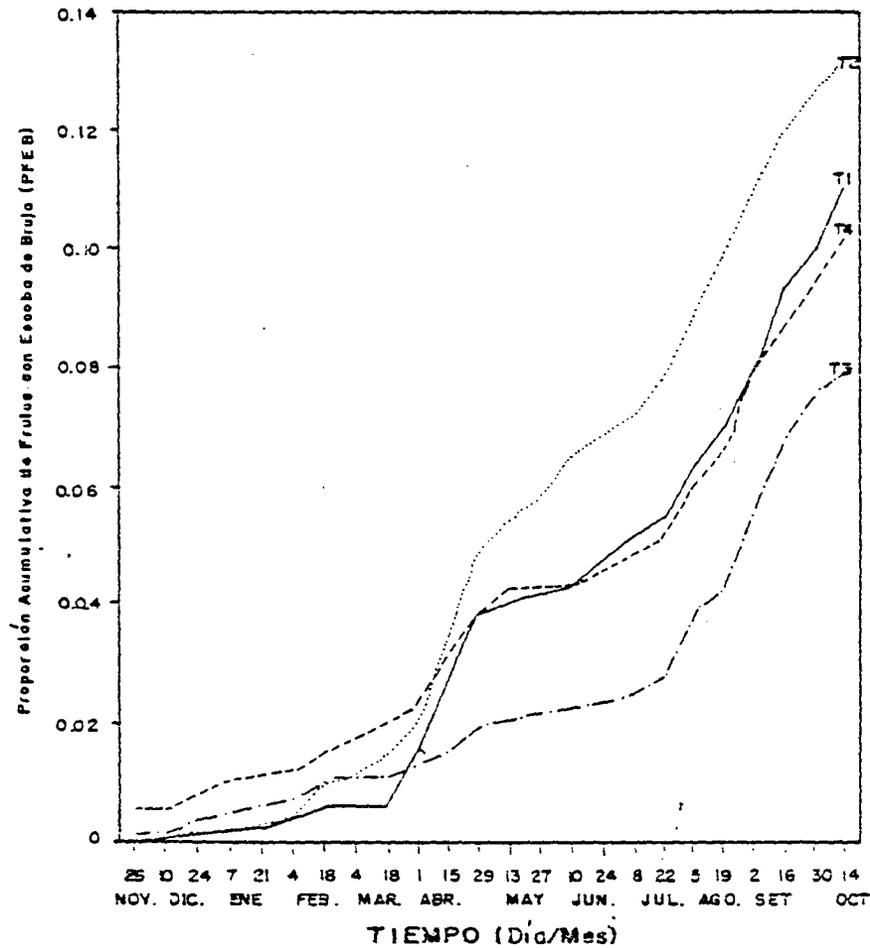


FIGURA 3. Progreso de la escoba de bruja, período Noviembre 89 a Octubre 90, expresado por la proporción de frutos enfermos (I-Datos originales, II Datos transformados).

CUADRO 04. Valores promedios de la tasa de progreso y del área debajo de la curva de progreso de la enfermedad de escoba de bruja y podredumbre parda en los tratamientos *

CLAVE	TRATAMIENTO	ESCOBA DE BRUJA		PODREDUMBRE PARDA	
		TASA **	ACPE ***	TASA	ACPE
T1	Remoción de escoba una vez al año y remoción de frutos enfermos cada 14 días.	0.0046 ab	12.87 b	0.0012 b	10.76 a
T2	Remoción de escoba dos veces al año y remoción de frutos enfermos cada 14 días.	0.0048 a	19.29 a	0.0030 a	11.76 a
T3	Remoción de escoba dos veces al año y remoción de frutos enfermos cada 14 días y aplicación de fungicida cada 30 días.	0.0037 ab	8.18 c	0.0009 b	3.49 b
T4	Remoción de escoba dos veces al año y remoción de frutos enfermos cada 14 días y aplicación de fungicida cada 45 días.	0.0035 b	11.48 bc	0.0020 ab	4.05 b
C.V. (%)		12.00	17.30	30.00	22.50

* En cada columna, los promedios seguidos de la misma letra no difieren significativamente entre sí (DUNCAN P=0.05).

** Tasa de progreso de la enfermedad (Gompit/ 14 días).

*** Area debajo de la curva de progreso de la enfermedad (ACPE).

CUADRO 05. La Infección de frutos en relación a la enfermedad de etiología fungosa de ocurrencia común en cacao, expresado por el porcentaje de frutos enfermos. *

CLAVE	TRATAMIENTO	PORCENTAJE DE INFECCION DE FRUTOS POR PARCELA **				
		Total enfermo	Escoba de bruja	Podredumbre parda	Podredumbre negra	Antracnosis
T1	Remoción de escoba una vez al año y remoción de frutos enfermos cada 14 días.	28.16 a	25.03 a	2.60 a	0.24 a	0.29 a
T2	Remoción de escoba dos veces al año y remoción de frutos enfermos cada 14 días.	27.16 a	24.77 a	1.80 ab	0.24 a	0.34 a
T3	Remoción de escoba dos veces al año y remoción de frutos enfermos cada 14 días y aplicación de fungicida cada 30 días.	15.53 b	13.91 b	1.25 b	0.19 a	0.18 a
T4	Remoción de escoba dos veces al año y remoción de frutos enfermos cada 14 días y aplicación de fungicida cada 45 días.	15.61 b	14.37 b	1.14 b	0.02 a	0.08 a
C.V. (%)		4.48	6.90	14.12	51.00	40.51

* En cada columna, los promedios seguidos por la misma letra no difieren entre sí (DUNCAN P=0.05).

** Para el análisis de variancia y prueba de significación los datos fueron previamente transformados en $\text{Arco seno } \sqrt{\frac{x}{100}}$.

b. Epidemiología comparativa de la incidencia de frutos con podredumbre parda

La proporción acumulativa de frutos con podredumbre parda tuvieron un comportamiento diferencial donde los tratamientos 1 y 2 son superiores a los tratamientos 3 y 4 (Figura 4).

Estadísticamente las tasas de progreso de frutos con podredumbre parda son diferentes. Los tratamientos 1, 3 y 4 obtienen las menores tasas, no difiriendo significativamente entre sí (Cuadro 4). Analizando en cuanto al parámetro área debajo de la curva de progreso de la enfermedad, los tratamientos 3 y 4 presentaron valores menores semejantes, siendo inferiores a los tratamientos 1 y 2 (Cuadro 4).

Medido en base al parámetro porcentaje de frutos infectados con podredumbre parda, el comportamiento es similar, obteniendo los menores valores los tratamientos 3 y 4, más sin diferir estadísticamente del tratamiento 2 (Cuadro 5).

C. INCIDENCIA DE LA ENFERMEDAD ESCOBA DE BRUJA EN EL FOLLAJE

1. De las remociones efectuadas en el experimento

La incidencia de la escoba de bruja en los diferentes estratos del follaje se muestra en el cuadro 6.

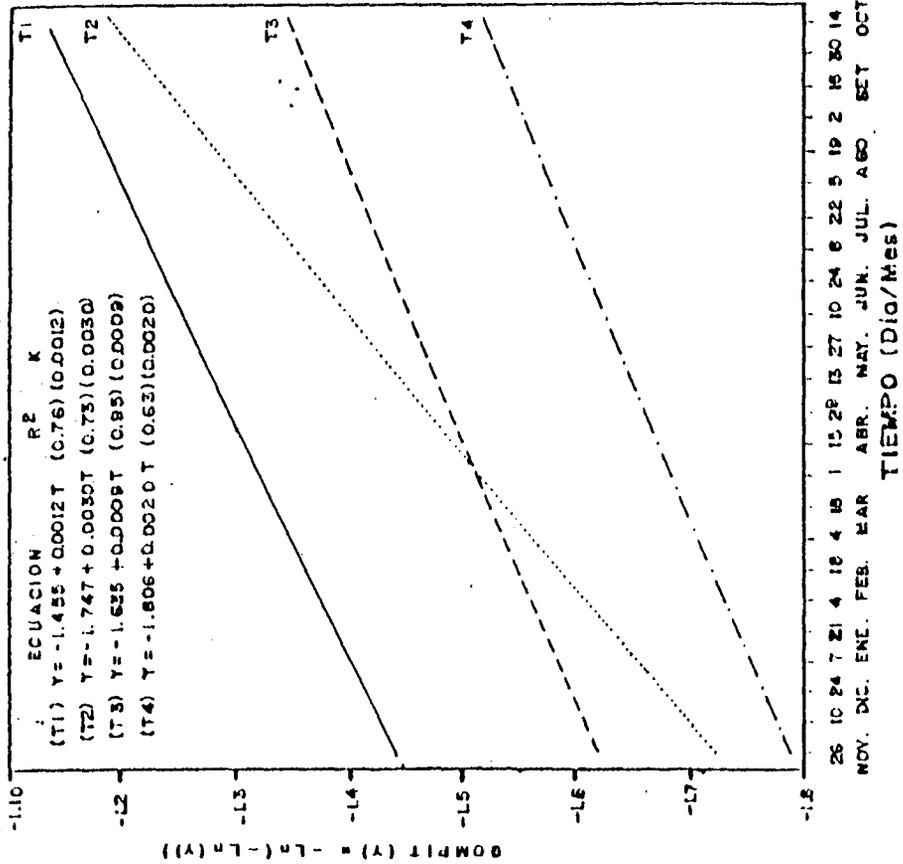
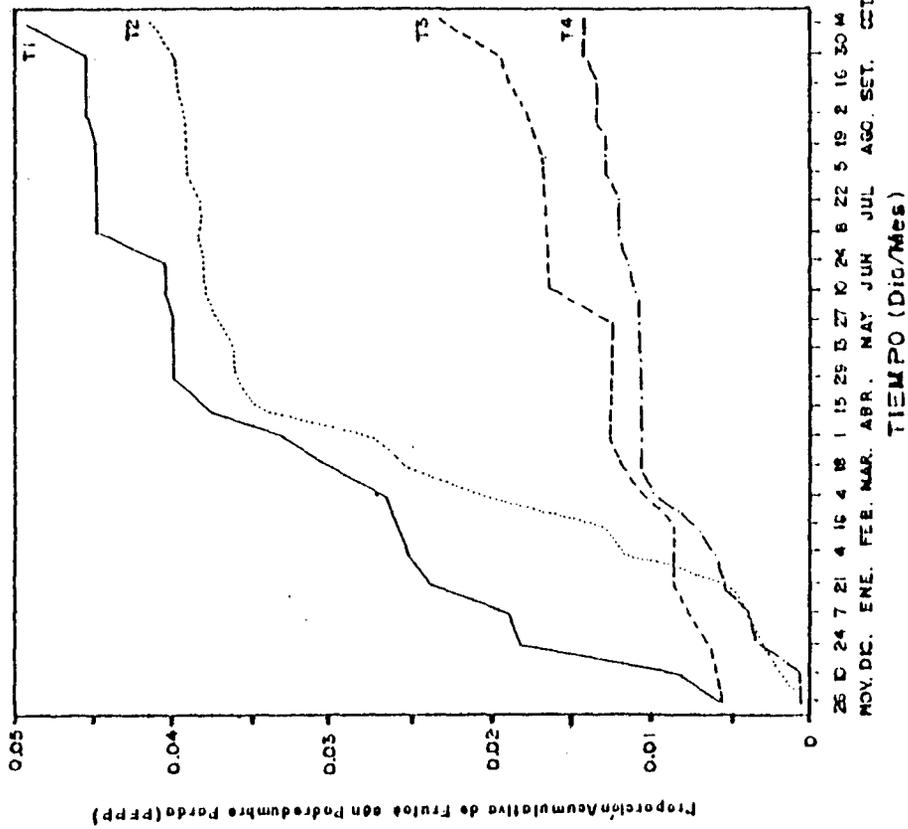


FIGURA 6. Progreso de la podredumbre parda, período Noviembre 29 a Octubre 90, expresado por la proporción de frutos enfermos (I-Datos originales, II Datos transformados).

CUADRO 06. Incidencia de escoba de bruja en el follaje y cojín floral en el árbol de cacao en los tratamientos en estudio. *

CLAVE	TRATAMIENTOS	I N C I D E N C I A D E E S C O B A S **					
		Escoba terminal verde (1)	Escoba lateral verde (2)	Total escoba verde (1+2)=(3)	Total escobas secas (4)	Total escobas vegetativas (3+4)	Total cojines infestados
T1	Remoción de escoba una vez al año y remoción de frutos enfermos cada 14 días.	0.99 a	1.70 a	2.69 a	16.65 a	19.65 a	2.18 b
T2	Remoción de escoba dos veces al año y remoción de frutos enfermos cada 14 días.	0.66 a	1.32 ab	1.98 ab	12.34 a	14.32 a	2.84 a
T3	Remoción de escoba dos veces al año y remoción de frutos enfermos cada 14 días y aplicación de fungicida cada 30 días.	0.84 a	0.92 b	1.76 b	11.87 a	13.63 a	1.96 b
T4	Remoción de escoba dos veces al año y remoción de frutos enfermos cada 14 días y aplicación de fungicida cada 45 días.	0.77 a	1.74 a	2.51 ab	10.14 a	12.65 a	2.03 b
C.V. (%)		6.30	7.25	6.76	17.80	10.98	4.90

* En la columna los promedios seguidos de la misma letra no difieren significativamente entre sí (DUNCAN P = 0.05)

** Para el análisis de variancia y prueba de significación, los datos fueron previamente transformados en $\sqrt{X+0.5}$.

Se observa que entre las escobas vegetativas verdes terminales y laterales, estos últimos son de mayor formación en el árbol. En cuanto al total de escobas verdes, los tratamientos 1, 2 y 4 presentaron mayor número de ellos, difiriendo significativamente del tratamiento 3 entre tanto éste no difiere de los tratamientos 2 y 4. Al total de las escobas verdes sumadas las escobas secas, originaron el total de escobas vegetativas, la misma que entre los tratamientos no existió diferencia significativa, alcanzando entre tanto mayor número de escobas vegetativas, el tratamiento 1. Menor número de cojines florales infectados por el árbol obtuvo el tratamiento 3, aunque no muestra diferencia estadística con los tratamientos 1 y 4 (Cuadro 6).

2. Incidencia incluyendo la remoción inicial

Al inicio del experimento esto es, en la remoción inicial (Setiembre 90), las parcela presentaron unos valores de total de escobas en cada órgano de la planta (Cuadro 7), contabilizados al final del experimento, de acuerdo al número de remociones estipulados en el estudio se observa que los tratamientos con dos remociones (Tratamientos 2,3 y 4). Siguieron reduciendo la incidencia de escoba en el follaje, que para el año en estudio está en torno del 12.6 al 20% menos de escobas totales en los árboles de cacao; entre

CUADRO 07. Incidencia inicial e incidencia final de la escoba de bruja, en los tratamientos.

CLAVE	TRATAMIENTOS	NUMERO DE ESCOBAS EN SETIEMBRE 89 *						NUMERO DE ESCOBAS EN SETIEMBRE 90 *							
		Número de escobas verdes						Número de escobas verdes							
		Terminal	Lateral	Total	Escobas secas verde	Total vegetativa	Número cojines infectados	TOTAL	Terminal	Lateral	Total	Escobas secas verde	Total vegetativa	Número cojines infectados	TOTAL
T1	Remoción de escoba una vez al año y remoción de frutos enfermos cada 14 días.	0.73	1.66	2.39	9.88	12.27	1.40	13.67	0.99	1.70	2.69	16.65	19.34	2.18	21.52
T2	Remoción de escoba dos veces al año y remoción de frutos enfermos cada 14 días.	0.62	1.84	2.46	16.25	18.71	2.71	21.42	0.66	1.32	1.98	12.34	14.32	2.84	17.16
T3	Remoción de escoba dos veces al año y remoción de frutos enfermos cada 14 días y aplicación de fungicida cada 30 días.	0.63	0.66	1.29	10.67	11.96	1.78	13.74	0.84	0.92	1.76	11.87	13.63	1.96	15.59
T4	Remoción de escoba dos veces al año y remoción de frutos enfermos cada 14 días y aplicación de fungicida cada 45 días.	1.03	3.33	4.36	17.07	21.43	2.96	24.39	0.77	1.74	2.51	10.14	12.65	2.03	14.68

* Datos referidos al promedio de escoba por árbol.

tanto solamente en el tratamiento con una sola remoción (Tratamiento 1) hubo incremento de hasta un 30% del número de escobas totales en el árbol (Cuadro 7).

D. COMPORTAMIENTO EPIDEMIOLOGICO DE LAS ENFERMEDADES EN LOS TRATAMIENTOS.

1. Comportamiento de las enfermedades en los tratamientos

En la figura 5, se presenta los resultados del comportamiento de la escoba de bruja. En términos generales todos los tratamientos tuvieron un comportamiento definido a través del año, en esto se presentaron dos picos de infección la primera entre los meses de Abril y Mayo, y la segunda entre los meses de Agosto - Setiembre (Octubre). El segundo pico ligeramente superior representando en el promedio el porcentaje de la infección anual, en cambio el primer pico representa el 40 % de dicha infección.

Estos picos de infección principalmente el segundo se relaciona con la baja precipitación, dando coeficientes de correlación negativos con la precipitación total siendo en algunos tratamientos altos ($r = 0.50$) (Cuadro 8). Este mismo efecto se nota con la humedad relativa, siendo la correlación indefinido para el parámetro temperatura.

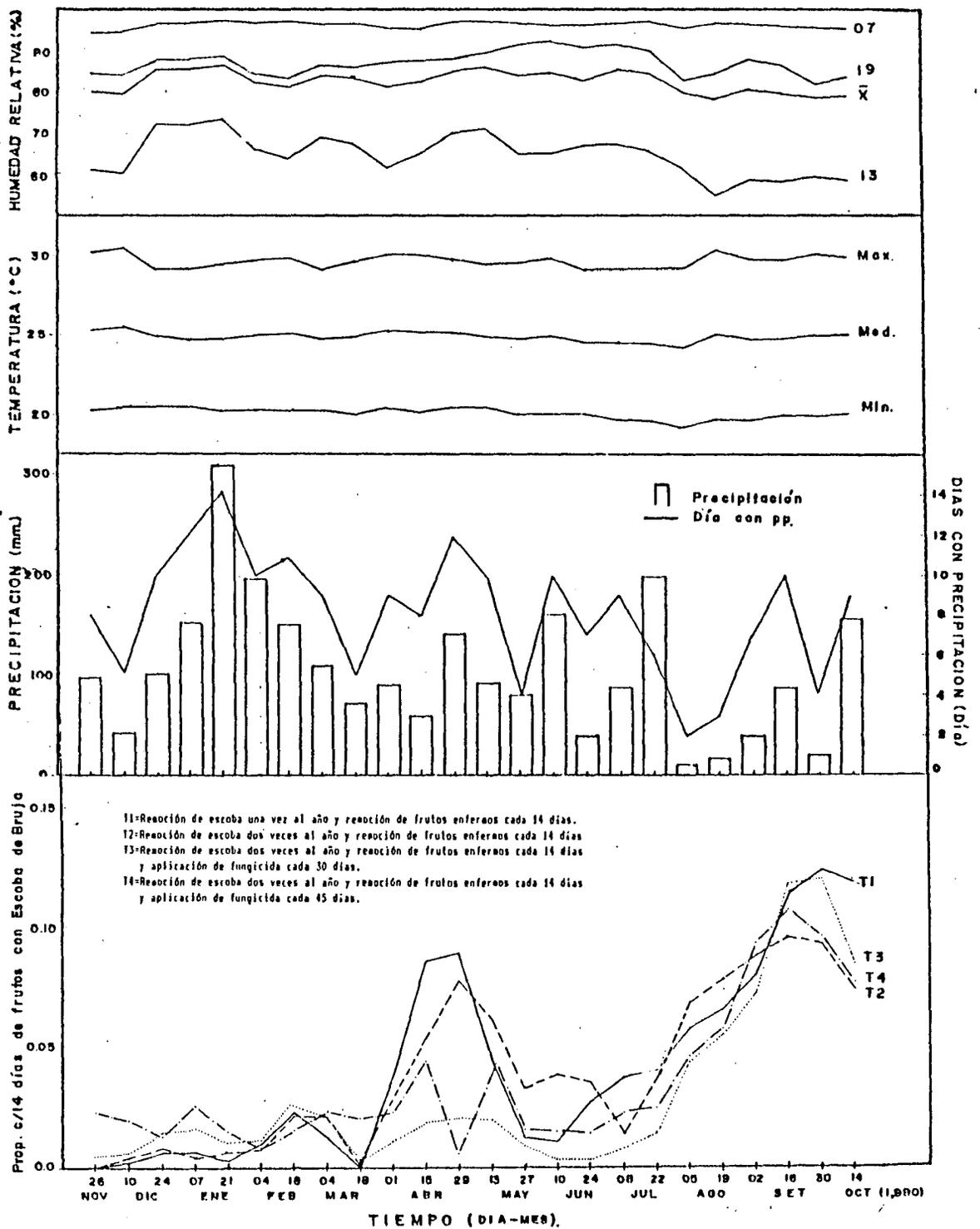


FIGURA 5. Comportamiento de frutos infectados por escoba de bruja, en relación con la precipitación; temperatura máxima, media y mínima; y al porcentaje de la humedad relativa a las 07, 13 y 19 horas en el periodo Noviembre 89 a Octubre 90.

CUADRO 08 Correlación simple del comportamiento de escoba de bruja y podredumbre parda con los parámetros climáticos

PARAMETROS CLIMATICOS	TRATAMIENTOS	ESCOBA DE BRUJA	PODREDUMBRE PARDA
Precipitación total (mm)	T1	- 0.22	0.32
	T2	- 0.50	0.12
	T3	- 0.13	0.22
	T4	- 0.01	0.01
Temperatura promedio (°C)	T1	0.04	0.28
	T2	- 0.13	0.22
	T3	- 0.05	- 0.08
	T4	- 0.08	0.37
Humedad relativa (%)	T1	- 0.51	0.27
	T2	- 0.04	0.15
	T3	- 0.60	0.22
	T4	- 0.61	- 0.37

En relación a la podredumbre parda también se obtiene un comportamiento definido (Figura 6). Entre los meses de Diciembre a Abril ocurre el principal pico de infección, y picos menos ocurren en Junio y Octubre del año en estudio, el principal pico de infección ocurre cuando hay una cantidad de precipitación total, existiendo una relación directa, dando coeficiente de correlación positiva ($r = 0.32$) (Cuadro 8).

2. Tomando como muestra al árbol como un todo

En la figura 7 se representa el comportamiento de escobas verdes, secas, cojines florales infectados y frutos enfermos por escoba de bruja y podredumbre parda. Se observa que para todos los parámetros la escoba de bruja tiene un comportamiento definido. En relación al número de escobas verdes la mayor infección ocurre entre Julio a Octubre representando el 70% del total de infección del año. En este período ocurre la menor precipitación del año, por lo que da una correlación negativa ($r=-0.28$) (Cuadro 9).

Las escobas secas tienen un pico en el mes de Enero a Marzo y un segundo de menor intensidad entre Julio y Agosto.

En relación a la infección de cojines florales también presentó dos picos de infección, el primero entre Enero - Marzo y el segundo entre Junio-

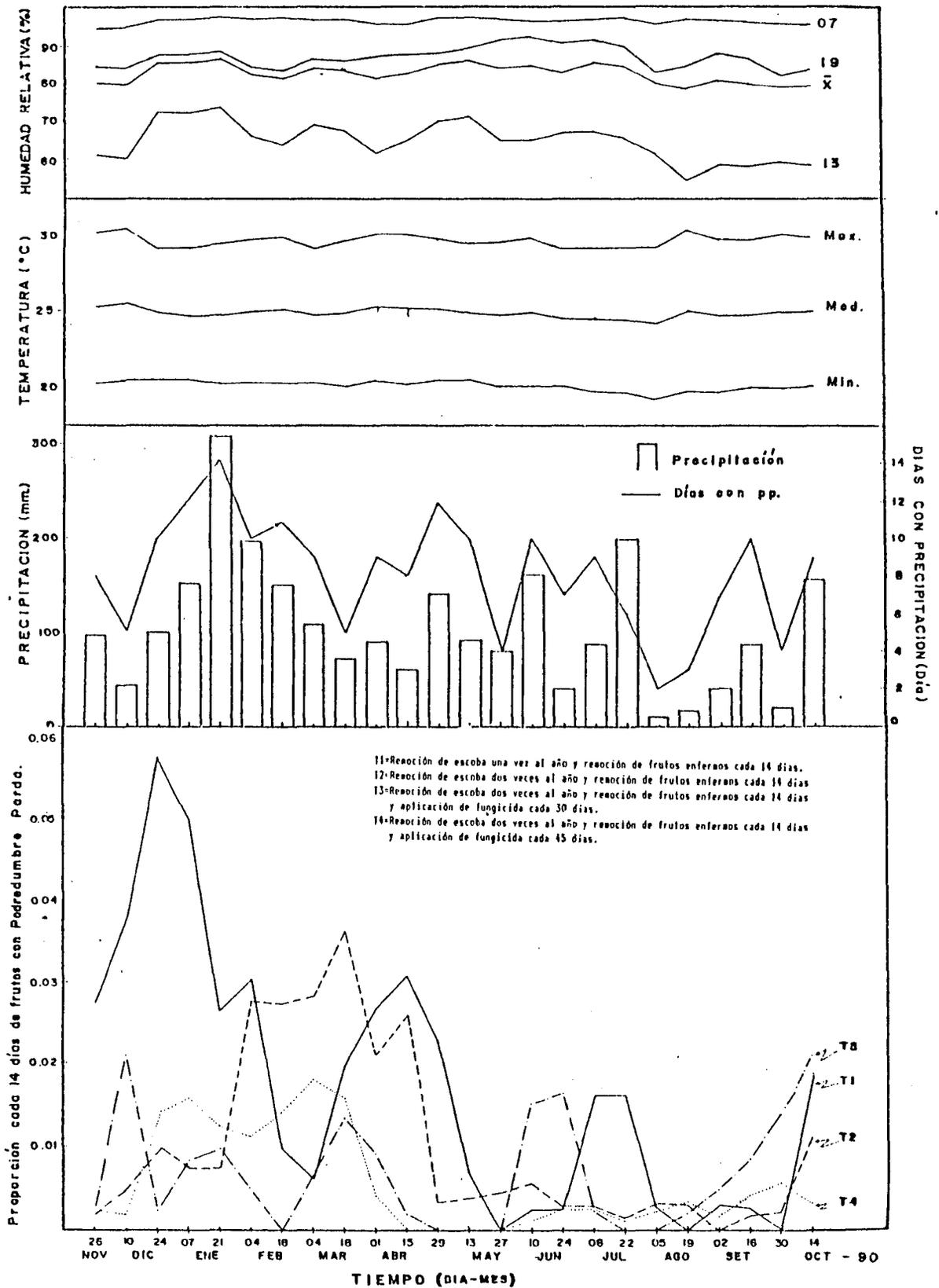


FIGURA 6. Comportamiento de frutos infectados por podredumbre parda, en relación con la precipitación; temperatura máxima, media y mínima; y al porcentaje de la humedad relativa a las 07, 13 y 19 horas en el período Noviembre 89 a Octubre 90.

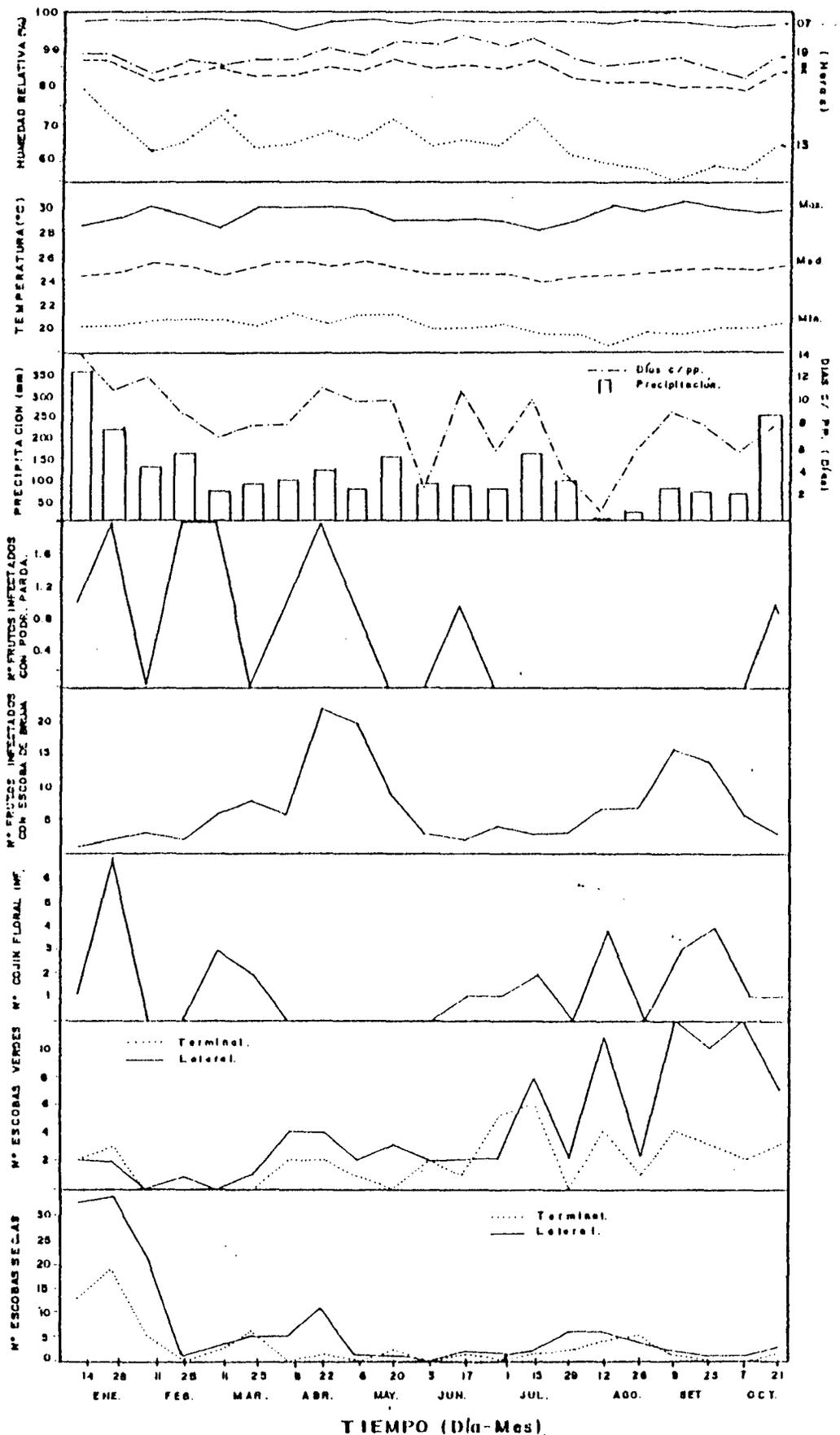


FIGURA 7. Comportamiento de escobas vegetativas, cojines florales infectados, frutos infectados por escoba de bruja y podredumbre parda en relación con la precipitación total; temperatura máxima, media y mínima; y al porcentaje de la humedad relativa a las 07, 13 y 19 horas en el periodo de Enero a Octubre del 90.

CUADRO 09 Correlación simple del comportamiento de escobas vegetativas, cojines florales infectados y frutos enfermos por podredumbre parda y escoba de bruja con los parámetros climáticos.

PARAMETRO EVALUADO	PRECIPITACION TOTAL (mm)	TEMPERATURA PROMEDIO (°C)	HUMEDAD RELATIVA (%)
Número de frutos infectados por podredumbre parda	0.33	0.42	0.17
Número de frutos infectados por escoba de bruja	-0.38	0.30	0.11
Número de escoba vegetativa lateral verde	-0.28	-0.29	-0.40
Número de escoba vegetativa terminal verde	0.02	-0.25	-0.13
Número de escoba vegetativa total verde	-0.15	-0.35	-0.46

Setiembre, este último representa el 60% del total de infección verificado en el año.

Picos de producción de frutos infectados por escoba de bruja ocurrieron en los meses de Abril y Setiembre representando el 80% del total anual. El mayor pico de frutos infectados por podredumbre parda ocurrió entre los meses de Enero - Abril picos menores ocurrieron en Junio y Octubre (Figura 8). Existe una relación directa entre la precipitación que ocurre en el año, con la mayor infección de podredumbre parda, dando una correlación positiva ($r = 0.33$) (Cuadro 9).

En la figura 8 son mostrados las curvas de producción acumulativa total de escobas vegetativas, acumulativa total de cojines infectados, acumulativa total de frutos enfermos por escoba de bruja y podredumbre parda, que sirvieron para obtener la tasa de infección y el área debajo de la curva de progreso de la enfermedad en cada uno de las infecciones (Cuadro 10). Mayor tasa de infección y área debajo de la curva de progreso de la enfermedad obtuvo las escobas vegetativas cuando comparamos con los cojines florales infectados. Del mismo modo mayores índices de infección alcanzó las escobas vegetativas secas que las verdes y finalmente el número de frutos infectados con escoba de bruja alcanza índices más altos que aquellos frutos infectados por

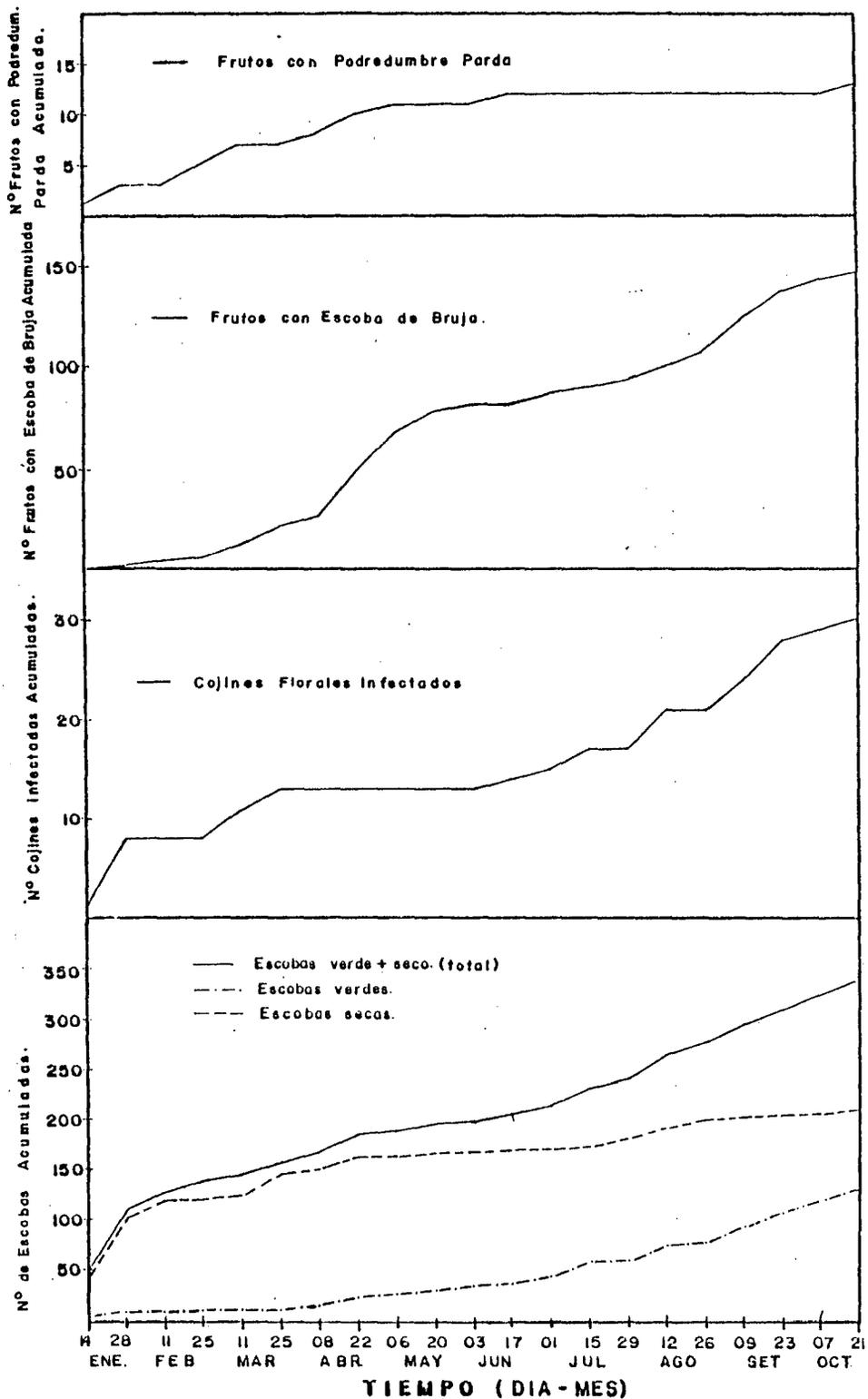


FIGURA 8. Producción acumulativa total de escobas vegetativas, cojines florales infectados y frutos infectados por escoba de bruja y podredumbre parda; cuantificado por el método tradicional en Tingo María (Afilador).

CUADRO 10 Tasa de infección (r)* calculado de los valores acumulativos del total de escobas vegetativas producidas, escobas vegetativas secas, escobas verdes, escobas terminales, escobas laterales, frutos infectados con escoba de bruja, frutos infectados con podredumbre parda y cojines florales infectados; ACPE.

PARAMETRO EVALUADO	TASA	r*	ACPE
Escoba vegetativas total	0.0086	0.95	158.42
Escobas vegetativa seca	0.0032	0.83	123.93
Escobas vegetativa verde	0.0050	0.99	34.49
Escobas vegetativa lateral	0.0045	0.97	108.34
Escobas vegetativa terminal	0.0025	0.96	50.08
Cojín floral infectada	0.0019	0.88	11.93
Fruto infectado con escoba de bruja	0.0051	0.95	35.01
Fruto infectado con podredumbre parda	0.0013	0.82	4.75

* Gompit cada 14 días.

podredumbre parda (Cuadro 10).

3. Tomando como muestra parte del árbol

La curva de comportamiento de frutos infectados por escoba de bruja presenta un comportamiento definido tanto para la parte de rama como, para la parte del tronco (Figura 9). Dos picos de infección ocurren durante el año, la primera entre los meses de Abril-Mayo y la segunda entre Agosto-Setiembre. Ambos picos ocurren cuando existe menor precipitación dando coeficiente de correlación negativa (Cuadro 11). En relación a la podredumbre parda también presentó dos picos mayores entre Febrero-Mayo el primero y Agosto-Setiembre, el segundo (Figura 10).

La curva de progreso de la proporción acumulativa de frutos enfermos por escoba de bruja y podredumbre parda en tronco y rama, son mostrados en las figuras 11 y 12. De los tres modelos matemáticos probados (Logístico, Monomolecular y de Gompertz) los que mejor se ajustó fue el modelo de Gompertz. En base a esto, los datos originales fueron transformados en unidades de Gompit ($Y = -\ln(-\ln(Y))$), para la obtención de la tasa de progreso de la enfermedad (k), para los parámetros evaluados.

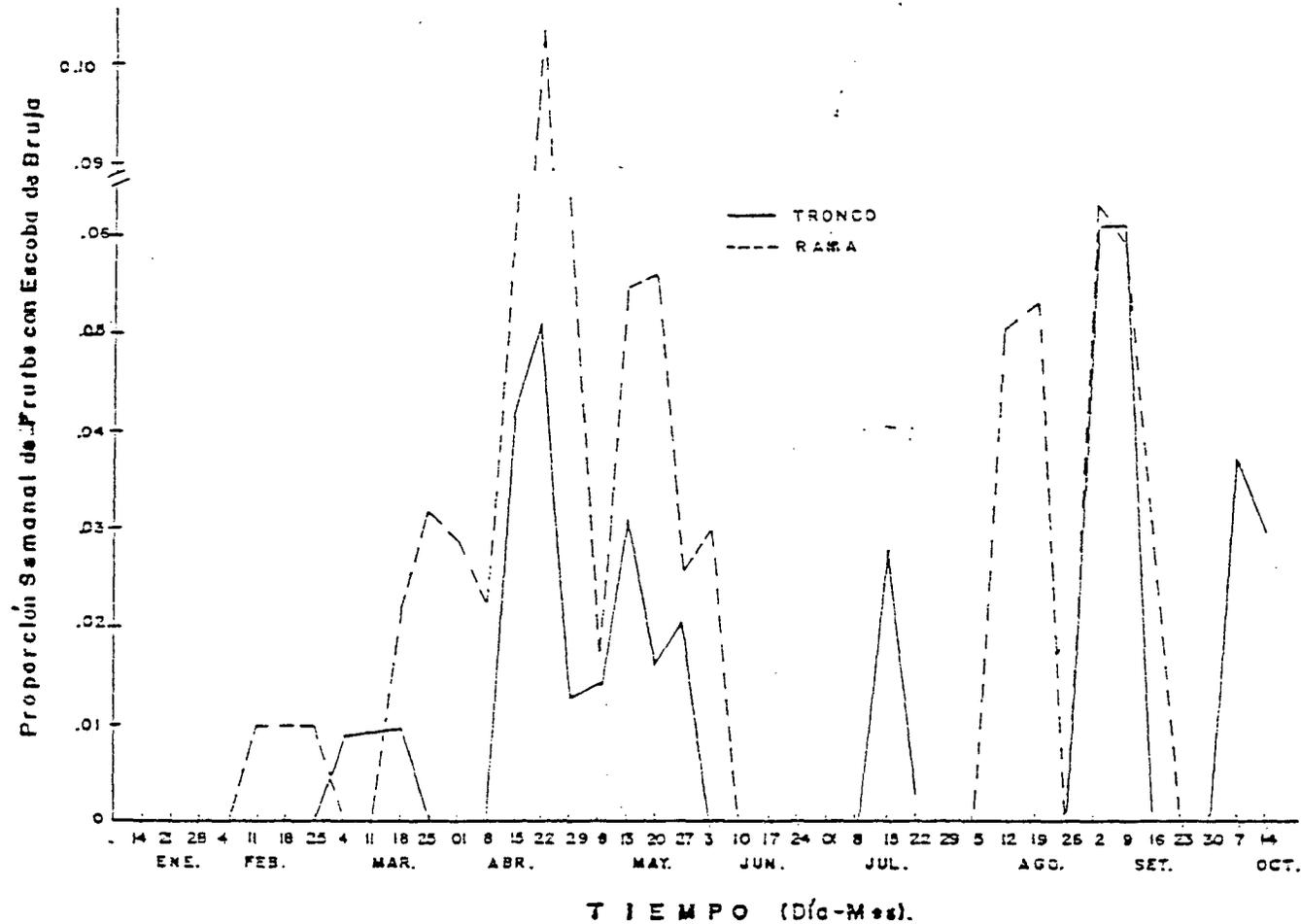
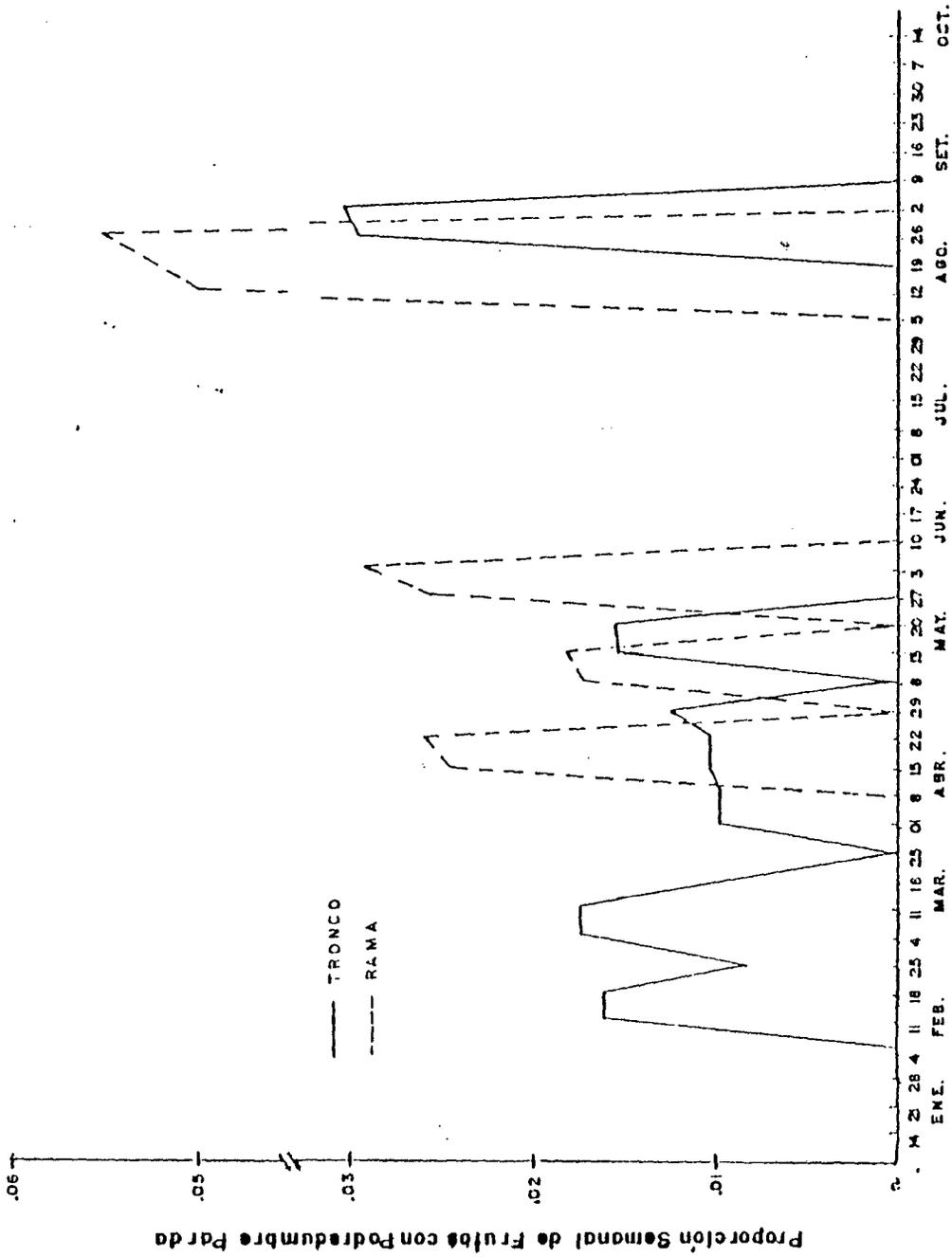


FIGURA 9. Comportamiento de frutos infectados por escoba de bruja, en tronco y rama, expresado por la proporción semanal (Enero-90 a Octubre-90).

CUADRO 11 Correlación simple del comportamiento de escoba de bruja y podredumbre parda en parte del árbol con los parámetros climáticos.

PARAMETRO	T R O N C O	
EVALUADO	Escoba de bruja	Podredumbre parda
Precipitación	0.32	0.34
Total	0.32	-0.22

PARAMETRO	R A M A	
EVALUADO	Escoba de bruja	Podredumbre parda
Precipitación	0.32	-0.45
Total	0.64	0.14



TIEMPO (Día-Mes).

FIGURA 10. Comportamiento de frutos infectados por podredumbre parda, en tronco y rama, expresado por la proporción semanal (Enero-90 a Octubre-90).

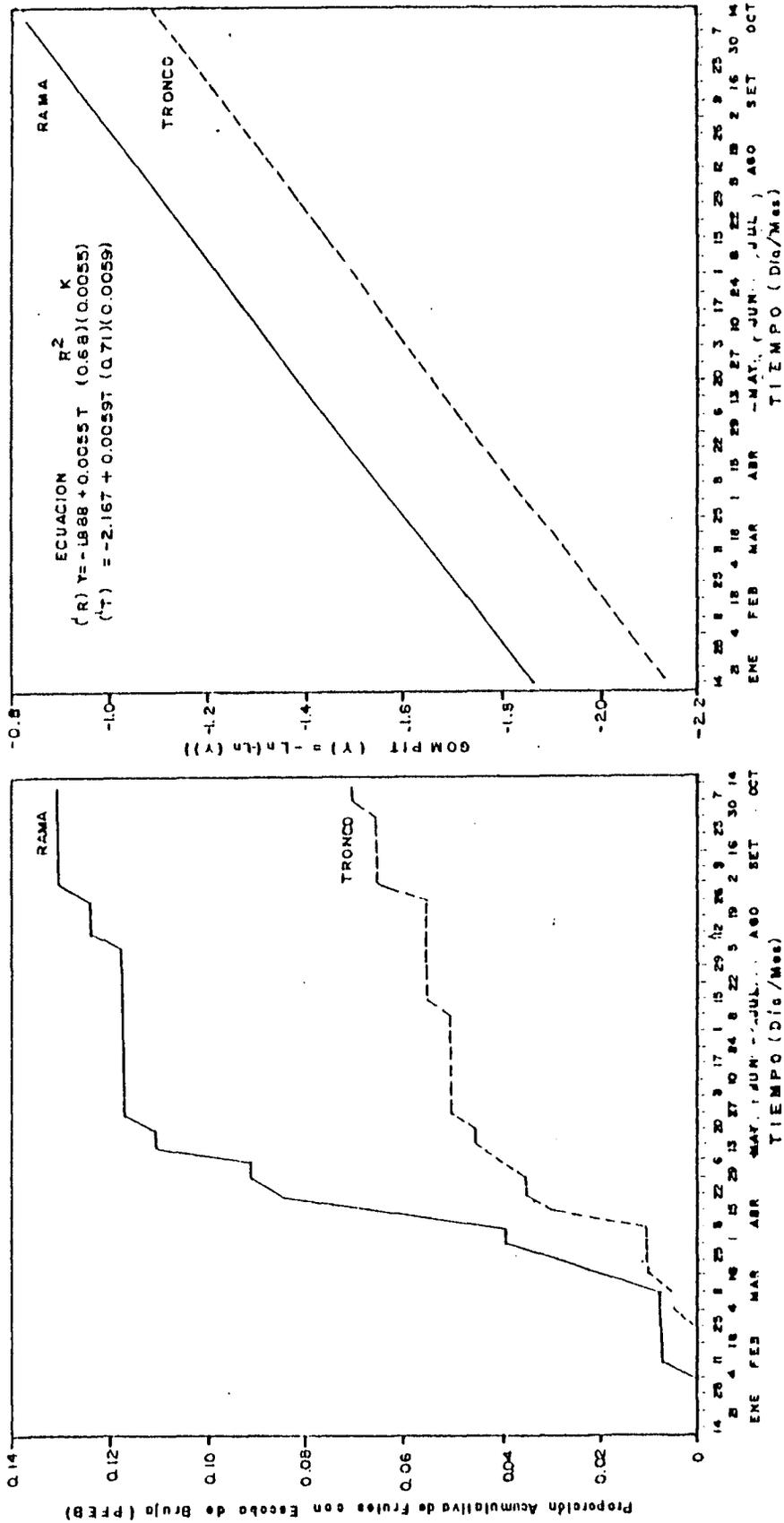


FIGURA 11. Progreso de la escoba de bruja en el Tronco y Rama, período Enero 90 a Octubre 90, expresado por la proporción de frutos enfermos (I-Datos originales, II Datos transformados).

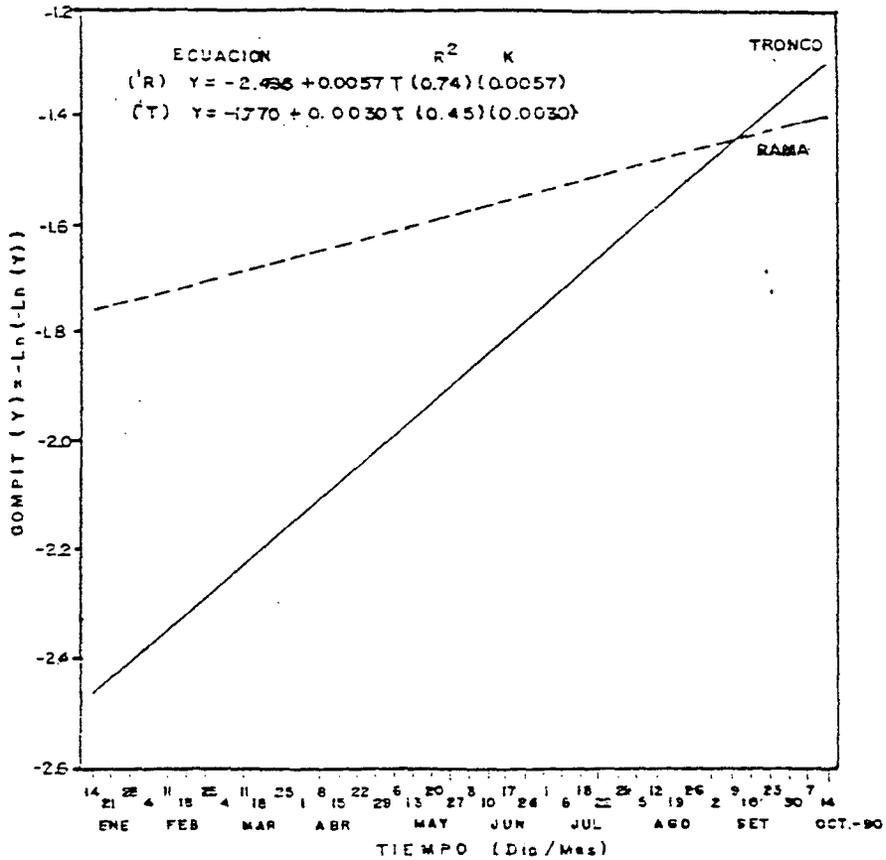
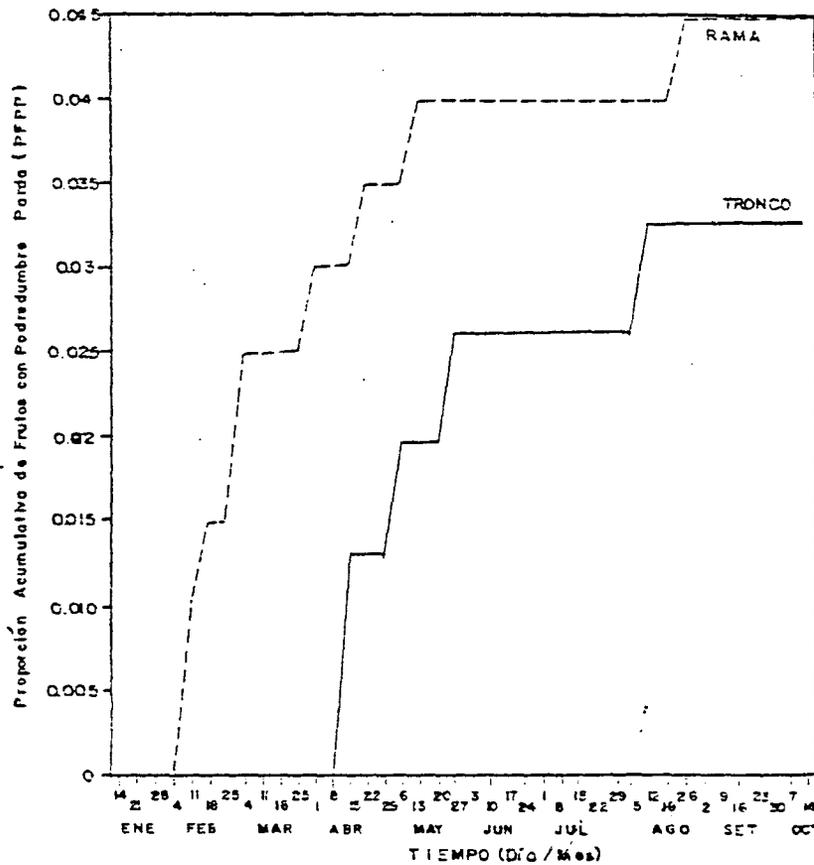


FIGURA 12. Progreso de la podredumbre parda en el tronco y Rama, período Enero 98 a Octubre 98, expresado por la proporción de frutos enfermos (I-Datos originales, II Datos transformados).

Para la proporción acumulativa de frutos enfermos con escoba de bruja, se observó una menor intensidad de enfermedad en el tronco que en la rama (Figura 11-a). La tasa de progreso de frutos enfermos con escoba de bruja fue menor en el tronco ($k=0.0053$) que en la rama ($k=0.0055$) (Figura 11-b), entre tanto con el ACPE, esto es a la inversa (Cuadro 12).

Para la proporción acumulativa de frutos enfermos con podredumbre parda, se observó una menor intensidad de enfermedad en la rama que en el tronco (Figura 12-a). La tasa de progreso o frutos enfermos con podredumbre parda fue menor en el tronco ($k=0.0030$) que en la rama ($k=0.0058$) (Figura 12-b), medido con el ACPE esto es inverso (Cuadro 12).

CUADRO 12 Tasa de infección (r)* calculado de los valores acumulativos de escoba de bruja y podredumbre parda en partes del árbol de cacao.

PARTES DEL ARBOL	T R O N C O			
	Escoba de bruja	Podred. parda	Escoba de bruja	Podred. parda
TRONCO	0.0053	0.0030	10.11	8.86
RAMA	0.0055	0.0058	22.45	4.84

* Gompit cada 07 días.

E. RELACION ENTRE LA UBICACION DE LA PRODUCCION DE FRUTOS E INFECCION POR EL PATOGENO EN EL ARBOL DEL CACAO

La distribución de los frutos con respecto a la planta de cacao se presenta en los cuadros 13, 14 y 15, donde existe una marcada diferencia en cuanto a la producción de frutos totales, de acuerdo al intervalo de altura estudiado. La máxima producción de frutos totales se registraron en el intervalo de 1.51 a 3.50 m, que representa el 69.8% de la producción durante los 6 meses evaluados (Cuadro 15 y Figura 13).

Con respecto a los frutos totales enfermos se registraron en este mismo intervalo (1.51-3.50) en un 68.67 %, para el caso de infección de frutos con escoba de bruja se registraron en un 69.10 %, mientras que con podredumbre parda fue de 53.66 % en el mismo intervalo; en cuanto al intervalo de 0-1.50 m. se infectaron con escoba de bruja y podredumbre parda en un 15.01 y 36.59 % respectivamente (Cuadro 15 y Figuras 13 y 14).

CUADRO 13. Producción e infección de frutos por Crinipellis perniciosa y Phytophthora sp. en el cacao (Datos originales).

Intervalo de altura (metros)	NUMERO DE FRUTOS COSECHADOS				
	Total Frutos Producidos	Frutos Sanos	Total Frutos Enfermos	FRUTOS ENFERMOS	
				Escoba bruja	Podredumbre parda
0.00 - 0.50	154	118	36	31	5
0.51 - 1.00	259	209	50	40	6
1.01 - 1.50	608	490	118	114	4
1.51 - 2.00	1019	823	196	186	9
2.01 - 2.50	1631	1313	318	304	8
2.51 - 3.00	873	687	186	182	2
3.01 - 3.50	826	623	203	192	3
3.51 - 4.00	397	308	89	88	1
4.01 - 4.50	257	196	61	58	2
4.51 - 5.00	100	67	33	29	0
5.01 - 5.50	80	60	20	19	1
5.51 - 6.00	29	23	6	6	0
TOTAL	6,233	4,917	1,316	1,259	41

CUADRO 14 Producción e infección de frutos por escoba de bruja, podredumbre parda y total enfermos a intervalo de 0.50 m., expresado en porcentaje (%).

INTERVALO (m)	TOTAL FRUTO PRODUCIDO (%)	FRUTO SANO (%)	TOTAL FRUTO ENFERMO (%)	FRUTO ENFERMO	
				ESCOBA BRUJA (%)	PODREDUMBRE PARDA (%)
0.00-0.50	2.47	2.40	2.74	2.46	12.20
0.51-1.00	4.16	4.25	3.80	3.49	14.63
1.01-1.50	9.76	9.97	8.97	9.05	9.76
1.51-2.00	16.35	16.77	14.90	14.46	23.80
2.01-2.50	26.17	26.70	24.18	24.15	19.51
2.51-3.00	14.01	13.97	14.14	14.46	4.88
3.01-3.50	13.25	12.67	15.44	15.73	7.32
3.51-4.00	6.37	6.26	6.77	6.99	2.99
4.01-4.50	4.12	3.99	4.64	4.61	4.88
4.51-5.00	1.60	1.36	2.51	2.30	0.00
5.01-5.50	1.27	1.22	1.44	1.51	2.44
5.51-6.00	0.47	0.47	0.46	0.48	0.00
PORCENTAJE (%)	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

CUADRO 15 Producción e infección de frutos por escoba de bruja, podredumbre parda y total enfermos respecto a tres intervalos, expresado en porcentaje (%).

INTERVALO (m)	TOTAL FRUTO PRODUCIDO (%)	FRUTO SANO (%)	TOTAL FRUTO ENFERMO (%)	FRUTO ENFERMO ESCOBA BRUJA (%)	FRUTO ENFERMO PODREDUMBRE PARDA (%)
< 1.00	6.63	6.65	6.54	5.96	26.83
1.01-3.50	79.54	80.05	77.64	78.16	63.41
> 3.50	13.83	13.30	15.82	15.89	9.76
TOTAL	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

INTERVALO (m)	TOTAL FRUTO PRODUCIDO (%)	FRUTO SANO (%)	TOTAL FRUTO ENFERMO (%)	FRUTO ENFERMO ESCOBA BRUJA (%)	FRUTO ENFERMO PODREDUMBRE PARDA (%)
< 1.50	16.38	16.62	15.51	15.01	36.59
1.51-3.50	69.78	70.08	68.67	69.10	53.66
> 3.50	13.83	13.30	15.82	15.89	9.76
TOTAL	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

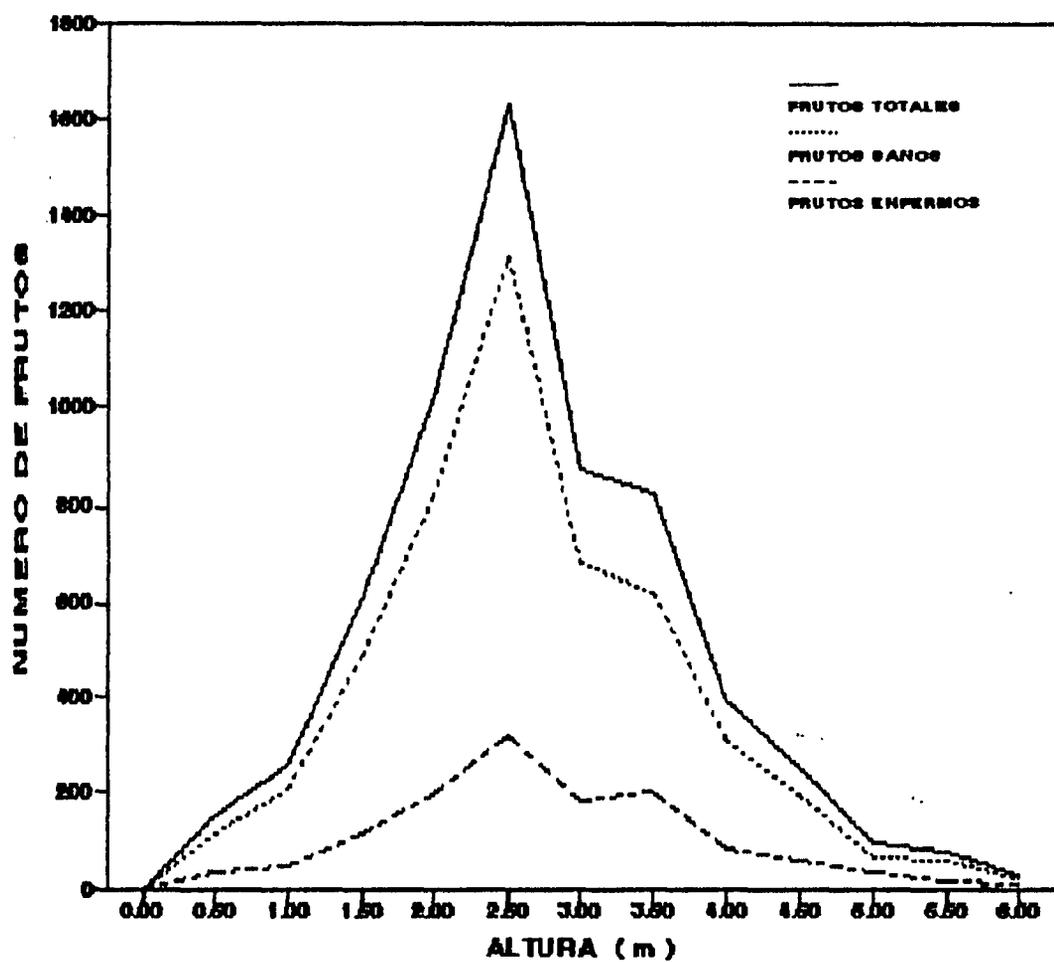


FIGURA 13 Relación entre posición de frutos producidos totales, sanos y enfermos en el período de Abril a Octubre - 90.

En cuanto se refiere al índice de infección por patógenos, con respecto a la producción total del mismo intervalo (1.50-3.50 m) fue el 16.38% que representa la pérdida de 21.10% de la producción total (Cuadro 15). Para escoba de bruja y podredumbre parda, el 15.21 y 0.5% respectivamente (Cuadro 15).

Si comparamos la distribución del número de frutos totales con los frutos sanos, enfermos totales y con escoba de bruja existe una correlación positiva, esto indica que a mayor producción, hay mayor frutos sanos y frutos enfermos (Cuadro 16). Y la correlación existente con podredumbre parda también es positivo pero es bajo en comparación a los otros (Cuadro 16).

Por otro lado se puede observar en el cuadro 14 que por debajo de los 3.50 m del árbol de cacao existe la mayor producción con el 86 y 92.54% y también existe la mayor infección de los frutos por los diferentes patógenos (Gráficos 13 y 14).

En cuanto al porcentaje de frutos sanos y enfermos por cada intervalo de altura, se muestran en el Cuadro 17 que no hubo diferencia significativa para el caso de porcentaje de frutos sanos, frutos totales enfermos y frutos enfermos con escoba de bruja; pero para la podredumbre parda si existe diferencia significativa ya que menor infección ocurrió en el intervalo 1.01-6.00 m. (Cuadro 17).

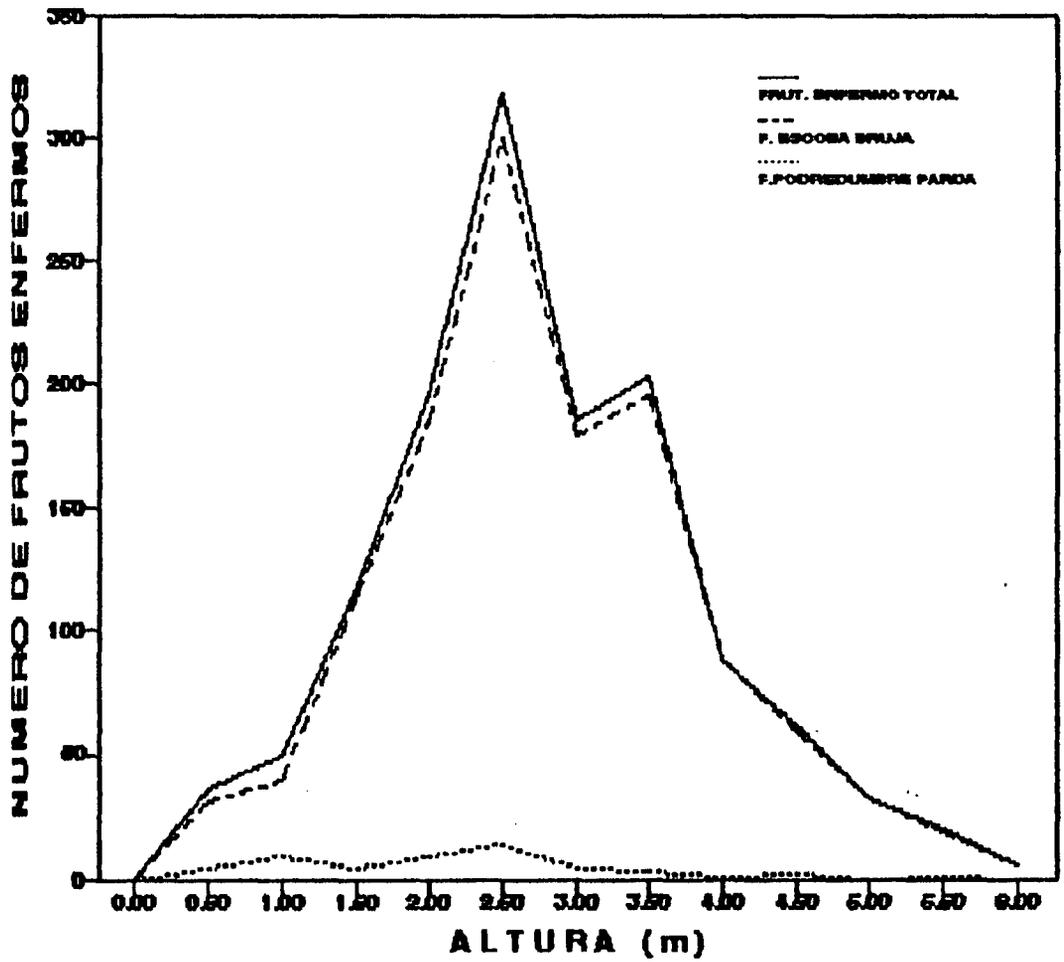


FIGURA 14. Relación entre posición de frutos enfermos totales, con escoba de bruja y podredumbre parda en el período de Abril a Octubre - 90.

CUADRO 16 Correlación simple de producción e infección de frutos por escoba de bruja, podredumbre parda y total enfermos.

	TFP	TFE	FS	TEEB	FEPP
TFP	1.000				
TFE	0.992	1.000			
FS	0.999	0.987	1.000		
TEEB	0.989	0.999	0.985	1.000	
FEPP	0.693	0.620	0.684	0.602	1.000

TFP = Total de frutos producidos.

TFE = Total de frutos enfermos.

FS = Total de frutos sanos.

TEEB = Frutos enfermos con escoba de bruja.

FEPP = Frutos enfermos con podredumbre parda.

CUADRO 17 Número de frutos respecto a cada intervalo de altura, expresado en porcentaje (%) por intervalo.*

CLAVE	INTERVALO (m)	FRUTO SANO (%) **	TOTAL FRUTO ENFERMO (%)	FRUTO ENFERMO	
				ESCOBA BRUJA (%)	PODREDUMBRE PARDA (%)
1	0.00-0.50	77.70 a	22.30 a	18.70 a	3.60 a
2	0.51-1.00	82.50 a	17.50 a	14.80 a	2.70 a
3	1.01-1.50	81.00 a	19.00 a	18.60 a	0.50 a b
4	1.51-2.00	80.90 a	19.10 a	18.00 a	1.00 a b
5	2.01-2.50	79.70 a	20.30 a	19.40 a	0.60 a b
6	2.51-3.00	78.60 a	21.40 a	19.20 a	0.30 a b
7	3.01-3.50	74.90 a	25.10 a	23.80 a	0.30 a b
8	3.51-4.00	77.00 a	23.00 a	22.80 a	0.30 a b
9	4.01-4.50	77.30 a	22.70 a	21.60 a	0.80 a b
10	4.51-5.00	71.00 a	29.00 a	26.30 a	0.00 b
11	5.01-5.50	76.70 a	23.30 a	21.80 a	1.58 a b
12	5.51-6.00	65.50 a	35.00 a	17.10 a	0.00 b
C. V.	(%)	31.40	20.70	31.40	97.30

* En la columna los promedios seguidos de la misma letra no difieren significativamente entre sí (Duncan P=0.05).

** Para el análisis de variancia y prueba de significación, los datos fueron previamente transformado en Arco seno $\sqrt{\%}$.

Para el caso de número de árboles respecto a la altura de la orqueta se puede decir que la plantación establecida existe plantas en mayor cantidad al intervalo 1.21 - 1.50 m, segundo de 1.51 - 1.80 y 1.81 - 2.10, mientras que al resto del intervalo de intervalo fue mínimo (Cuadro 18).

El número de árboles relacionado con la altura del mismo, en la plantaciones se encuentran la mayor cantidad de árboles de 3.01 a 6.00 m de altura y no existiendo diferencia significativa entre sí, mientras que el resto fue mínimo (Cuadro 19).

V. DISCUSION

A. DEL EFECTO DE LAS LABORES CULTURALES Y DE LOS FUNGICIDAS MEDIDAS EN BASE A PRODUCCION:

La producción expresada en peso total de almendras en estado húmedo y estado seco, fue superior en los tratamientos que recibieron remoción de escobas dos veces al año sin y con aplicación de fungicidas cada 30 y 45 días, respecto al tratamiento que recibió remoción de escobas una vez al año (Cuadro 2). Mientras que estos tratamientos alcanzaron producciones totales de Almendra seca entre 26.38, 30.70 y 32.68 Kilos por parcela (T2, T4 y T3) y el tratamiento que recibió solo una remoción al año alcanzó una producción de 24.38 Kilos por parcela, representa esto entonces que alcanzó una superioridad de 25.4 % el tratamiento que recibió dos remociones al año y aplicación de fungicida cada 30 días, respecto al tratamiento que recibió solo una remoción al año, demostrando el efecto benéfico, por la aplicación de fungicida.

Esta diferencia de peso de almendra (Producción total) de cacao esta en función del número de frutos producidos, a la vez ésta producción varía acentuadamente de acuerdo con el genotipo de los árboles (59,61).

Según estudios recientes demostradas que las

parcelas con aplicación de fungicidas cúpricos (caldo bordales, oxiclóruo de cobre y hidróxido de cobre) alcanzaron una mayor producción y reducción de número de frutos enfermos que el tratamiento sin fungicida (59).

En éste trabajo el peso de almendra húmeda obtenida de los frutos en los tratamientos que recibieron aplicación de fungicida tuvieron mayores pesos, que los tratamientos sin fungicida (Cuadro 2). Esto se debe al número de frutos sanos existentes (Cuadro 3), por que el fungicida está destinado a proteger los frutos en desarrollo y cojines florales, como ya fue demostrado en otros trabajos (1,7,16,59).

Respecto al peso de almendra húmeda obtenidos de frutos enfermos, por escoba de bruja se registró el mayor peso en el tratamiento 2, debido a que tuvo también mayor número de frutos (Cuadro 3).

Para el caso de frutos infectados con antracnosis, se obtuvo un mínimo peso de almendra húmeda, a pesar de existir frutos enfermos. El mayor número de frutos enfermos y porcentaje de incidencia de frutos con antracnosis presentaron el tratamiento 1 y 2 (Cuadro 3 y 5), demostrando que el ataque de ésta enfermedad es cuando los frutos son pequeños, esto a sido demostrado en un estudio de biología, realizada en Tingo María, donde la antracnosis infecta sobre todo a frutos pequeños

(49).

El peso de frutos infectados con *Botryodiplodia* también es mínimo en todos los tratamientos (Cuadro 2), del mismo modo en el número y porcentaje de incidencia de frutos infectados con este patógeno (Cuadro 3).

El comportamiento de estas dos últimas enfermedades, coinciden con otros trabajos, donde la incidencia de estas enfermedades fueron bajas. Así para las localidades de Montalvo, Naranjal y Viches en Ecuador (31) y la región de Tingo María estas enfermedades no tienen pérdida significativa (1,59,61).

Los resultados obtenidos en este trabajo demuestran que en una plantación ya rehabilitada el uso de fungicidas cúprico en general sea esta en aplicaciones a 30 ó 45 días entre el período Diciembre - Marzo reducen significativamente el número de frutos enfermos por escoba de bruja y podredumbre parda y elevan numéricamente el peso de almendra húmeda por parcela.

B. DEL EFECTO DE LAS LABORES CULTURALES Y APLICACION DE FUNGICIDA MEDIDA EN BASE A LA INCIDENCIA DE LAS ENFERMEDADES

1. En frutos

a. Comportamiento de escoba de bruja y podredumbre parda por tratamiento

La incidencia de estas enfermedades en los tratamientos estudiados tuvieron un comportamiento diferenciado. En cuanto al comportamiento de la escoba de bruja, los tratamientos que recibieron 2 remociones al año y aplicación de fungicida presentaron un pico leve en el período de Abril-Mayo, entre tanto los tratamientos que no recibieron aplicación de fungicida este pico de incidencia fue mucho mayor (Figura 1). Este es debido a que el fungicida aplicado a partir del mes de Diciembre (Tratamiento 3), protegieron a los cojines florales y frutos en desarrollo, incrementando con ello el número y peso de almendra (Cuadro 2 y 3) y esto asociado a la remoción dos veces al año que también redujeron el inóculo de escoba de bruja, como lo similarmente encontrado en trabajos anteriores en Tingo María (1,59).

En este estudio un segundo pico de incidencia de escoba de bruja se presentó en los meses de Setiembre-October, y fue similar para todos los tratamientos. Esto debido posiblemente que al paralizarse

las aplicaciones del fungicida cúprico en el mes de Marzo (Figura 1) y al existir aún formación de frutos, estos se vieron infectados que posteriormente dieron origen a este segundo pico, ya que el fungicida cúprico aplicado solo actúa como protector de los frutos en desarrollo.

En cuanto a la podredumbre parda, su comportamiento entre los 4 tratamientos, presentaron diferencias, siendo estas idénticas a las explicadas por escoba de bruja, esto es los tratamientos que no recibieron fungicida presentaron niveles de infección altos que los tratamientos que recibieron fungicida (Figura 2). Resultados del Kocide 101 en el control de enfermedades en fruto de cacao fueron también ya señalados por MEDEIROS (40), BASTOS (18) y ANDEBRAHAM en Brasil (7), por INIAP en Ecuador (31) y por VALDERRAMA En Tingo María (59).

Cabe resaltar sin embargo, como las condiciones climáticas a través de los años, de la misma manera los picos de máxima fructificación e infección variarán ligeramente, existiendo a lo largo del año uno o más picos ó adelantándose o atrasándose, de tal manera variará el inicio y final de las pulverizaciones (4,58,61). Este efecto se notó claramente durante el año en estudio (1989-1990), donde se presentaron dos picos de formación e infección de frutos (Cuadro 3 y 5; Figuras

2, 5, 6, 9, 10, 15 y 16) a diferencia del año anterior (1,988-1,989) donde se presentó un pico mayor (1,59). Cuando existe este comportamiento (presencia de 2 picos) puede ocurrir que solamente uno de ellos sea protegido por la aplicación de fungicidas, como explicado en este trabajo, entre tanto cabe la recomendación de acompañar el desarrollo de frutos a fin de prolongar o reiniciar la aplicación de fungicidas cúpricos.

b. Cuantificación de la epidemia de escoba de bruja y podredumbre parda por tratamiento

La metodología utilizada para cuantificar la epidemia en el año en estudio, con parámetros de curvas de progreso, tasas de progreso de frutos con escoba de bruja y podredumbre parda y área debajo de la curva de progreso de estas enfermedades permitieron discriminar el efecto de los tratamientos en estudio.

Para el caso de escoba de bruja en cuanto a la curva de proporción de la enfermedad, se observó que el tratamiento que recibió 2 remociones de escoba más la aplicación del fungicida cúprico cada 30 días su nivel fue menor que en los demás tratamientos. En cuanto a la tasa de progreso de la escoba de bruja estas fueron menores en los tratamientos que recibieron fungicidas (Figuras 3 a,b). Este resultado se debe a que por un lado la remoción de 2 veces al año reduce drásticamente el

inóculo y por el otro el fungicida cúprico aplicado entre Diciembre y Marzo protegieron los frutos de la infección. Según estudios realizados en Brasil y Tingo María encontraron que con cada poda fitosanitaria la tasa de infección es decreciente (7,59). La tasa de infección también decrece con la aplicación de fungicida según investigaciones realizadas en Tingo María (59) y otros países (40).

Por otro lado los tratamientos que recibieron fungicida también obtuvieron los menores ACPE (Cuadro 4).

En cuanto se refiere al porcentaje de incidencia de escoba de bruja (Cuadro 5), los tratamientos que recibieron remoción de escoba 2 veces al año y aplicación de fungicida cada 30 y 45 días, redujeron en un 40 a 44 % de frutos enfermos por escoba de bruja en relación a los tratamientos que recibieron una sola remoción al año. Según estudios de escoba de bruja realizados en Ouro Preto (RO) Brasil, alcanzaron un control más eficaz, cuando combinaron la remoción y aplicación de fungicida, evidenciando el efecto benéfico de la interacción control cultural y control químico (18).

Con respecto a la podredumbre parda la pérdida depende de la intensidad de ataque de la

enfermedad y la cantidad de frutos expuestos al ataque. Los tratamientos de remoción cada 14 días de frutos enfermos asociado a la aplicación de fungicida mostró eficiencia en la reducción de la tasa de progreso de la enfermedad (Cuadro 4 y Figura 4).

Utilizando el parámetro tasa de progreso de la enfermedad para medir la eficiencia técnica de control (ETC), de la podredumbre parda con fungicidas cúpricos, encontró que estos presentaron menor tasa de infección relativa en relación al testigo que presentó 0.024 unidades/día (40).

En trabajos recientes todos los fungicidas mostraron eficiencia en reducción en la tasa de progreso de la enfermedad con respecto al testigo (59).

Con respecto al porcentaje de incidencia de frutos por podredumbre parda es representado del 2.60 y 1.80 % los tratamientos que no recibieron fungicidas y de 1.14, 1.25 aquellos que recibieron fungicidas (Cuadro 5). En trabajos realizado existe diferencia de porcentajes en cuanto a la aplicación de fungicidas que fueron menores respecto al testigo (59). En cambio en la frecuencia de remoción no existe diferencia significativa (1).

2. En el follaje

a. Incidencia de la enfermedad escoba de bruja en el follaje

El total de escobas vegetativas es ligeramente mayor en el tratamiento 1 (Cuadro 6 y 7), probablemente esto ha influenciado para que existe mayor número de frutos infectados por escoba (Cuadro 3) y por lo tanto menor peso (Cuadro 2) en este tratamiento en comparación con los tratamientos 2, 3 y 4 que recibieron dos remociones al año.

En el transcurso de 2 años el porcentaje de escobas se ha mantenido en los tratamientos con 2 remociones y se ha incrementado solamente en el tratamiento que ha tenido una sola remoción, debido posiblemente a que en el mes de Setiembre, al hacer una sola remoción, muchas escobas escapan de ser removidas y/o son infectados en el siguiente período lluvioso como fue demostrado por VASQUEZ (61). En un trabajo realizado en la misma parcela ALARCON (1) logró reducir en el primer año de rehabilitación en forma drástica el potencial de inóculo en más del 100 y 200 %. En otros países cuando evaluados frecuencia de remoción también encontraron resultados de reducción mayores al 50 % BASTOS y EVANS (25), ANDEBRHAN (4) y ARANZAZU y JARAMILLO (13).

En este estudio en todos los tratamientos después de la poda fitosanitaria inicial se registraron nuevas infecciones (escobas vegetativas y cojines florales infectados) esto es principalmente debido a la existencia de tejidos infectados que no presentan síntomas y durante la poda principal no fueron removidos, además las escobas vegetativas de canchales que son de difícil observación también pueden producir escobas visibles y con ello nuevas infecciones (4,24,25).

Si, como hemos explicado, este estudio se montó en una parcela rehabilitada hace un año (1), podremos entonces definir que en esta plantación (Rehabilitada) se mantuvieron niveles adecuados de control de la escoba de bruja en el follaje, con la continuación de la práctica de remoción aplicada en este estudio (Cuadro 7), esto es una remoción principal en Setiembre, una segunda remoción al año y la remoción de frutos enfermos cada 14 días esto es a cada cosecha. Entre tanto se hace necesario continuar con este estudio por algunos años más.

C. DEL COMPORTAMIENTO EPIDEMIOLÓGICO DE LAS ENFERMEDADES

El comportamiento de la escoba de bruja a través del año presentó 2 picos definidos, el primero ocurre entre Abril-Mayo y el segundo entre Agosto-Setiembre,

donde existe una relación negativa con la precipitación y humedad relativa (Figura 5 y Cuadro 8); esto se debe a que son los síntomas los que se correlacionaron y no la producción de inóculo e infección. Diversos trabajos han demostrado que la producción de inóculo tiene una relación directa con la precipitación y humedad relativa (4,14,61).

Así VASQUEZ (61), obtuvo que el incremento sustancial en la cantidad de escobas, cojines y frutos infectados formados a partir del mes de Abril, presenta una sincronización bastante exacta entre la mayor floración y fructificación del cacao, con mayor pico de producción de basidiocarpos influenciados directamente por la mayor precipitación y como consecuencia 2 a 3 meses después los tejidos infectados (síntomas) comienzan aparecer como los obtenido en éste trabajo. De allí entonces que podemos indicar, que existe una correlación positiva entre el incremento del inóculo y la precipitación en el proceso de infección en frutos (61), en cambio la correlación es negativa entre los síntomas de la enfermedad y la precipitación como lo encontrado en este trabajo.

El pico de escobas secas ocurrió de Enero a Marzo (Figura 7), y como consecuencia posiblemente ha derivado a incrementar el inóculo de escobas en el tratamiento 1, al

no ser removidos en este período, explicando por lo tanto el incremento de número de frutos enfermos y reducción de peso de almendras en este tratamiento; ya que a diferencia de los otros tratamientos, que tuvieron 2 remociones, en el segundo fue removido todas estas escobas potencialmente productivas en ese año.

Con respecto a la podredumbre parda (Figura 6), el principal pico ocurrió en los meses de Diciembre - Abril y el segundo pico leve en Junio y Octubre del año en estudio, existiendo una correlación directa con la precipitación total (Cuadro 8). El primer pico coincide con la alta formación de frutos, que ocurre en el año en el cultivo de cacao (61), correlación positiva entre frutos con *Phytophthora* y precipitación fueron encontrados en Bahía (Brasil) (39,40).

Este conocimiento es de vital importancia que, ya que sirve para establecer un programa de aspersion (momento) para el control de las enfermedades, que constituye dirigir las aplicaciones de fungicidas protectores a los frutos en formación (4,14,39,50,55,61).

El comportamiento de las escobas verdes, secas, cojines florales infectadas y frutos enfermos por escoba de bruja, frutos con podredumbre parda, cuantificados por el muestreo total del árbol también obedece al comportamiento ya explicado (figura 7). Las escobas secas

tiene el pico más alto en Enero-Marzo y son superiores a las ocurridas por las verdes. Las escobas secas son de mayor peligro que las verdes por que constituyen inmediatamente principal fuente de inóculo que al no removerlos, podría causar infección, como se demuestra en este trabajo para el tratamiento 1. Asimismo alcanza mayor tasa y ACPE de frutos infectados con escoba de bruja que podredumbre parda, convirtiéndose como el principal patógeno que afecta y reduce la producción. Se puede decir que el índice de infección de fruto es alto con escoba de bruja y bajo por podredumbre parda (Cuadro 10).

Con respecto al comportamiento de frutos enfermos en ramas y tronco también existe 2 picos enfermos con respecto a escoba de bruja entre Abril-Mayo el primer pico, y entre Agosto-Setiembre el segundo (figura 9), ocurriendo esta enfermedad con mayor intensidad en las ramas con respecto al tronco (Figura 11-a). Los frutos con podredumbre parda se observó que tiene la menor intensidad de enfermedad en la rama con respecto al tronco.

Haciendo uso de la práctica de remoción de todo los tejidos enfermos y frutos momificados, seguido de la aplicación de fungicidas protectores es posible lograr un control de enfermedades que infectan frutos de cacao ya

que fue demostrado en este trabajo de investigación.

Los tres métodos de cuantificación de la epidemia utilizados en este trabajo, proporcionaron en términos generales el mismo comportamiento, por lo tanto ambos pueden servir para cuantificar el comportamiento en trabajos de rehabilitación. Entre tanto este concepto debe necesariamente relacionarse con la fenología del cultivo para conocer y correlacionar mejor su comportamiento.

D. DE LA RELACION ENTRE POSICION DE PRODUCCION DE FRUTOS E INFECCION POR EL PATOGENO EN EL ARBOL DE CACAO

La distribución de los frutos tiene una marcada diferencia con respecto al altura del árbol; ya que ha intervalos de 1.50 a 3.50 m representa la mayor producción de un 70% de la producción total (Cuadro 16). En trabajos similares realizados por otros autores indican similares resultados (6).

Con respecto a la infección de frutos también se dan la mayor incidencia de la enfermedad en estos mismos intervalos, y existe una relación directa con la producción total y frutos sanos y esto indica a mayor producción existe mayor frutos sanos y mayor frutos enfermos, para escoba de bruja y podredumbre parda.

Por otro lado se puede decir según los resultados

(Gráficos 13 y 14) que la mayor producción de frutos se da por debajo de los 3.50 m de altura del árbol de cacao y también en esto se encuentran la mayor infección. De acuerdo a estos datos demostrados se puede disminuir con la altura de los árboles de cacao a no mayor de 4.50 - 5.00 m, para realizar un adecuado manejo del árbol, así como el control cultural y químico y del mismo modo facilita los diferentes labores culturales (cosecha, podas, etc.). Actualmente en los diferentes cacaotales de la zona existen árboles muy elevados, ya que estos deben ser reducidos a una altura promedio de 4.00 - 5.00 m; y uniformizar las plantaciones. En algunos trabajos del país y en otros países recomiendan este manejo (6,13,15,48).

VII. CONCLUSIONES.

De acuerdo a los resultados obtenidos, bajo las condiciones en las que se realizó el experimento, se puede concluir en lo siguiente:

1. La poda fitosanitaria inicial, practicado en Setiembre, funciona en la reducción del inóculo, disminuyendo la incidencia de inóculo, disminuyendo la incidencia de escobas y la pérdida de los frutos.
2. En una plantación rehabilitada fue posible mantener niveles adecuados de control de escoba de bruja y podredumbre parda cuando consecutivamente al año siguiente se practicó la remoción de tejidos infectados en follaje 2 veces al año y la remoción de frutos infectados cada 14 días.
3. En una plantación rehabilitada el uso de fungicidas en general sea en aplicaciones a 30 y/o 45 días entre el período de Diciembre a Marzo reducen significativamente el número de frutos enfermos e incrementan el peso de almendra húmeda.
4. Las prácticas culturales de remoción de escobas dos veces por año y la remoción de frutos con pudrición parda cada 14 días y la aplicación del fungicida cúprico cada 30 días en el período de desarrollo de frutos demostró eficiencia técnica, alcanzando mayor

producción, reducción de escoba de bruja en el follaje y reducción de frutos enfermos de origen fungosa.

5. La escoba de bruja en frutos tuvo un comportamiento definido a través del año, en esto se presentaron dos picos de infección: La mayor se dio en Agosto-Setiembre y la menor en Abril y Mayo.
6. La pudrición parda estuvo definido durante el año, ya que los mayores picos se dieron de Diciembre-Abril y los menores en Junio y Julio.
7. Los mayores picos de escobas vegetativas ocurrió de Julio-Agosto para escobas verdes, de Enero-Marzo para escobas secas y cojines florales; y los menores picos entre Julio-Agosto para escobas secas y entre Julio-Setiembre para cojines florales.
8. Los Frutos infectados por escoba de bruja y podredumbre parda ocurrieron en diferentes partes del árbol de cacao, según la formación de estos sin embargo se observó mayor intensidad de frutos con escoba de bruja en las ramas que en el tronco, siendo lo contrario para la podredumbre parda.

VII. RECOMENDACIONES

De acuerdo a la metodología empleada y los resultados obtenidos es posible recomendar lo siguiente:

1. Por haber demostrado eficiencia como medida en la reducción de inóculo, se recomienda iniciar el control con una poda severa cuando la plantación se encuentra altamente infectada por escoba de bruja y continuar al año siguiente con la práctica de remoción esbozadas en este trabajo.
2. La remoción de escoba de bruja dos veces por año y la remoción de frutos con pudrición parda cada 14 días y la aplicación de fungicidas cúpricos cada 30 días en el período de desarrollo de frutos es una alternativa viable de uso para el control de enfermedades en el cultivo de cacao por haber demostrado eficiencia de control.
3. La aplicación de fungicida en cacao, deben estar estrictamente orientados a proteger los frutos en formación, que para esta zona se da entre los meses de Diciembre-Abril, con íntima relación con el comportamiento de las enfermedades y el clima.
4. Esta aplicación del fungicida deben estar dirigidos al tronco y ramas principales donde se encuentran la mayor cantidad de frutos en producción y frutos

enfermos.

5. Reducir el tamaño de los árboles de cacao a no mayor de los 4.50-5.00 m ya que por debajo de esta existe la mayor producción de frutos y facilita el control de las enfermedades y las diferentes labores culturales.
6. Continuar los estudios de remoción, aplicación de fungicida y control de enfermedades en cacao por un período de 4 a 5 años.

VIII. RESUMEN

Para evaluar el efecto de la poda fitosanitaria y aplicación de fungicida cúprica sobre la incidencia de enfermedades de frutos de cacao, fue conducido en una plantación de cacao rehabilitada ubicada a la margen derecha del río Huallaga, en Afilador a 4 Km. de la carretera Tingo María - Huánuco a una altitud de 666 m.s.n.m.

El cacaotal compuesta de una mezcla de híbridos de 10 años de edad, con distanciamiento de 4 x 4 m., el diseño utilizado fue el Block Completo Randomizado con 3 repeticiones y 4 tratamientos: remoción de escoba una vez al año en Setiembre, remoción de escoba dos veces al año en Febrero y Setiembre, remoción de escoba dos veces al año en Febrero y Setiembre más aplicación de fungicida cada 30 días y remoción de escoba dos veces al año en Febrero y Setiembre más aplicación de fungicida cada 45 días y ha todos los tratamientos se remoción de frutos enfermos cada 14 días. El fungicida utilizado fue el producto químico Hidróxido de Cobre a dosis de 0.25 % de p.a. del fungicida adicionado del adherente al 0.10 %.

Los parámetros evaluados fueron: Producción de frutos y almendra húmeda y seca por tratamiento, incidencia de escoba de bruja y podredumbre parda en frutos y escobas

en el follaje, comportamiento epidemiológico de las enfermedades por tratamiento y parte del árbol, y la relación entre la ubicación de la producción de frutos e infección por el patógeno en el árbol del cacao.

La práctica cultural de remoción de escobas dos veces por año y la remoción de frutos con podredumbre parda cada 14 días y la aplicación del fungicida cúprico cada 30 días en el período de desarrollo de frutos demostró eficiencia técnica, alcanzando mayor producción, reducción de escoba de bruja en el follaje y reducción de frutos enfermos de origen fungosa.

La escoba de bruja en frutos tuvo un comportamiento que se dio en Agosto-Setiembre y Abril-Mayo, y en las ramas se dio con mayor intensidad que en el tronco; mientras que las escobas vegetativas verdes ocurrió en Julio-Agosto, escobas secas e infección de cojines florales ocurrió en Enero-Marzo.

La podredumbre parda en frutos ocurrió en Diciembre-Abril y Junio-Julio, donde se observó mayor intensidad de frutos con podredumbre parda en el tronco que en la rama.

Según la distribución de frutos con respecto a la planta de cacao se registró la máxima producción total e infección en el intervalo 1.51-3.50 ms. que representa el 69.8% y 68.67% de la producción total e infección de frutos respectivamente.

IX. BIBLIOGRAFIA

01. ALARCON, T. 1990. Evaluación de épocas de remoción de material afectado por escoba de bruja (Crinipellis perniciosa (Stahel) Singer) en cacao (Theobroma cacao L.) como alternativa de control. Tesis Ing. Agr. Universidad Nacional Agraria de la Selva. 87p.
02. ALMEIDA, L. C. y ANDEBRHAN, T. 1984. Investacoes sobre vassoura de bruxa do cacauero (Crinipellis perniciosa (Stahel) Singer) na Amazonia Brasileira CEPLAC. Departamento Especial de Amazonia. Informe Técnico Belém-Brasil. 40 p.
03. ANDEBRHAN, T. 1984. Epidemiología de vassoura da bruxa nos polos cacaueros da Amazonia Brasileira. CEPLAC - DEPEA. Informe Técnico, para Fitopatología. Pp. 46-56.
04. _____. 1983. Studies and epidemiology and control of witches' broom disease of cocoa in the Brazilian Amazon. 9th. International Cocoa Research Conference Logne Togo. Pp. 395-402.
05. _____. 1985. Witches' broom (Crinipellis perniciosa (Stahel) Singer), principal disease of cocoa (Theobroma cacao L.) in the Brazilian Amazon. CEPLAC - CEPEA. 25 p.

06. ANDEBRHAN, T. y RUDGARD, L. 1984. Relacao entre posicao de frutos, demais tecidos e infeccao por Crinipellis perniciosa. Informe Técnico. DEPEA. Rondonia. Pp 56 - 71.
07. _____. 1983. Epidemiology and control of witches' broom disease (Crinipellis perniciosa (Stahel) Singer) of cacao (Theobroma cacao L.) XVI Congreso Brasileiro de Fitopatología. Belém. Pp. 1-35.
08. ANDEBRHAN, T.; ALMEIDA, L. C. y FONSECA, S. E. 1983. Doencas do cacaueiro. CEPLEC/DEPEA/COPEP. Divisao de Fitopatología. Belém. 91 p.
09. ARANZAZU, H.F. 1981. Algunos aspectos de la biología del hongo Crinipellis perniciosa (Stahel) Singer, en la región de Urabá. Tesis de Grado Magister, Scientiae. Universidad Nacional de Colombia. ICA, Programa de Graduados. Bogotá. 86 p.
10. _____. 1981. Análisis de la evaluación y variación de la incidencia de escoba de bruja (Crinipellis perniciosa) en la región de Urabá Colombia. In: Actas 8va. Conferencia Internacional de Investigación en cacao. Cartagena, Colombia. Pp 33-45.
11. _____. 1986. Asistencia técnica sobre el control de la escoba de bruja en cacao,

- (Crinipellis perniciosa (Stahel) Singer.
Proyecto FD/PER/86/458. Desarrollo de la
producción y Procesamiento del cacao en la región
de Tingo María, Perú. 53p.
12. _____. 1988. Informe de consultoria en
Fitopatología. Proyecto de Promoción
Agroindustrial AD/PER/86/459. Tingo María, Perú.
63 p.
13. ARANZAZU, H. F. y JARAMILLO de G. C. 1985.
Frecuencia de remoción de órganos afectados por
escoba de bruja en cultivos de cacao en la zona
Marginal Baja Cafetalera. Informe Técnico-
Programa de Cacao. ICA. Marizales-Colombia. 10 p.
14. _____. 1989. Informe de resultados de
epidemiología comparativa. Proyecto Internacional
de escoba de bruja. ICA - Colombia. 46 p.
15. _____. 1983. Investigaciones realizadas
1,973-1982. Programas de Cacao y Fitopatología.
Reg. 9, ICA-Manizales, Colombia.
16. BAKER, R. E. and HOLLYDAY, P. 1957. Witches broom
disease of cacao (Marasmius perniciosa Stahel).
Commowealth Mycolagycal Institute of
Phytophthology Paper. Nº 2. London. 42 p.
17. BAKER, R. E. and CROWAY, S. H. 1943. Studies in
the witches' broom disease of cacao caused by

- Marasmius perniciosus Stahel. Part. 1.
Introducción, Symptoms and Etiology. Tropical
Agriculture. Memorias 7, 1289 p.
18. BASTOS, C. N. y EVANS, H. M. 1979. Resultados
Preliminares sobre o Establecimiento de un
Sistema de Controle da Vassoura de Bruxa na
Amazonica. Comunicado Técnico. No. 12. DEPEA -
CEPLAC. 18 P.
19. BERGER, R. A. 1981. Comparison of the Gompertz and
Logistic - equations to describe plant disease
progress. *Phytopatology* 71(7): 716-719.
20. BRAUDEAU, J. 1970. El cacao. Editorial Blume.
Barcelona. 283 p.
21. CAMPELO, F. L. et all. 1982. Podridao parda
do cacaueiro no Estado de Bahia Brasil 1 -
Virulencia das especies de phytophthora. *Revista
Theobroma* 12(1): 1-6.
22. CIFUENTES, M.; MAYORGA, E.; PRIETO, B. y RONDON, J.
G. 1981. Estudio cuantitativo de la producción
de escobas en plantas de cacao, afectados por
(Crinipellis perniciosus (Stahel) Singer y su
significado en el manejo de la enfermedad.
Proceedings 8th. International, Colombia. Pp.
407-413.
23. EDWARDS, D. F. 1978. Studies on the manipulation

- of timing of crops maturity of cocoa in Ecuador in relation to losses from pod disease. Journal of Agricultural Science 53(8): 243-254.
24. EVANS, H.C. 1981 Witches broom disease. A case study. Cocoa Growers Bulletin 32: 5-19.
25. EVANS, H. C. y BASTOS, C. N. 1980. Vassoura de bruxa (Crinipellis perniciosa). CEPLAC/DEPEA/ASPEA. Comité Técnico. Nº 10. Belém.
26. FILANI, G. A. 1976. Effects of different fungicidal cooper compounds on Phytophthora palmivora. Turrialba 26(3): 295-298.
27. GORENS, A. M. 1974. Chemical Control of Black pad. Fungicides In. Gregory. P. H. ed. Phytophthora disease of Cacao. Logman. London. Pp 235 -257.
28. GREGORY, P. H.; GRIFFIN, M. C.; MADDISON, M. C. y NARA M. R. 1984. Cocoa black pod. a Reinterpretation. Cocoa grower's Bulletin 35: 5-31.
29. HOLLYDAY, P. C. 1954. Control of witches disease of cacao in Trinidad. Tropical Agriculture 31: 312-317.
30. IICA. 1976. Programa cacao. Informe Anual 1966 1967. Cacao 12(3): 20-32.
31. INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS (INIAP). 1975. Frecuencias de podas y dosis de kocide 101 para el control de la Moniliasis y Escoba de

- Bruja. In Quito. Informe Técnico. Ecuador. 144 p.
32. JAMES, W. C. 1974. Assessment of plant diseases and losses. Annual Review of Phytopathology. 12:27-48.
33. KRANZ, J. 1980. Comparative epidemiology; an evaluation of scope, concepts and methods. In PALTÍ, J. y KRANZ, J. Comparative epidemiology. Wageningen. Pp. 18-28.
34. LAMA, D. D. 1991. Rehabilitación de cacaotales en la región del Alto Hullaga. Curso Moderno de Cacao. Colegio de Ingenieros del Perú, Concejo Departamental de Tingo María. Perú. Pp 6-13.
35. LELLIS, W. T.; FIGUEREDO, J. M. y PEREIRA, J. L. 1983. Progresos no controle químico da podridão parda do cacaueteiro no Bahia. Revista Theobroma 13(2): 105-111.
36. MABBETT, T. H. 1980. The biology and application needs of *Phytophthora* Pod Rot. of cocoa. Cocoa Growers Bulletin 37: 24-33.
37. MADDISON, A. C.; IDOWU, O. L. 1981 The epidemicon sprayed cocoa atowena. In GREGORY, P.H. Epidemiology of *Phytophthora* on cocoa in Nigeria. Phytopathological paper. Nº 25: 163-172.
38. MEDEIROS, A. G. 1966. Sistema de aplicacao de fungicidas no controle da podridão parda. In

- Ilheus. CEPLAC/CEPEC. Informe Técnico 1966.
Brasil. Pp. 38-42.
39. _____. 1967. Normas para controle da Podridao
Parda do cacau. Cacao Atualidades IV(3): 39-40.
40. _____. 1976. Controle do Podridao Parda do
cacaueiro com fungicidas a Baixo volume. Cacao
Atualidades 13(1): 21-23.
41. MEDEIROS, A. G. y RAM, A. 1982. Pulverizacao aerea
no controle da podridao parda do cacaueiro na
Bahia. Revista Theobroma 12(4): 231-238.
42. MINISTERIO DE AGRICULTURA. 1988. Oficina sectorial
de estadística Agropecuaria de la Región del Alto
Huallaga. Lima - Perú. Pp. 33-45.
43. MULLER, R.A. 1974. Effect of Prophylactic Measures
on the disseminations of Phytophthora palmivora.
In: GREGORY, P.H., ed. Phytophthora disease of
cacao. London. Pp. 169-178.
44. MURO, J. del C. 1950. Estudio de los suelos de
Tingo María. Tesis Ing. Agr. La Molina. UNA.
Lima-Perú. 125p.
45. PATERNOSTRO, O. de C. A. 1987. Vassoura de bruxa ea
campanha Brasileira para seu controle. CEPEC.
Ilheus Brasil. 22 p.
46. PEGLER, R. N. 1979. Crinipellis pernicios
(Agaricales) New Bulletin. 32(4): 731-736. 1979.

Rev. Plant. Path. 58(6): 223 p.

47. RAMOS, H. M. 1986. Estudio epidemiológico y control químico de escoba de bruja (Crinipellis perniciosa (Stahel) Singer) en cacao en Tingo María. Tesis Ing. Agr. Universidad Nacional Agraria de la Selva. 115 p.
48. REIS, J. G. y NICOLELLA, G. 1985. Correlacao entre algunas medidas dendrometricas, origem genetica e podrucao de frutos em cacaueiros. Centro de Pesquisas do cacau, Ilheus, Bahía, Brasil. Revista Theobroma 15(3): 113-124.
49. RIOS, R. R. 1989. Informe Técnico de consultoria en fitopatología. Proyecto AD/PER/86/459. OSP/PNUD. Promoción Agroindustrial y Desarrollo Rural en la región de Tingo María, Perú.
50. _____. 1991. Manejo de las enfermedades del cacao. Curso Moderno de Cacao. Colegio de Ingenieros del Perú, Consejo Departamental de Tingo María, Perú.
51. RONDON, J. G. 1985. Avances y recomendaciones para el control de enfermedades en cacao. Informe Técnico Programa de Cacao del Instituto Colombiano Agropecuario. ICA - CRI. Tulenapa Colombia. 30 p.
52. _____. 1986. Avances y recomendaciones para

- el control de enfermedades en cacao. Informe Técnico. Programa de Cacao de Instituto Colombiano Agropecuario. ICA - CRI. Tulinapa, Colombia. 18 p.
53. SHANER, G. y FINNEY, R. E. 1977. The effect of nitrogen fertilation on the expression of slow mildewing resistance in knox wheat. *Phytopathology* 67: 1051-1056.
54. SILLER, J. A. and HARVEY, A. 1950. Method. of Evaluating Fungicidas for the Control of Phitophthora palmivora Bult in Theobroma cacao. *Cacao*. 2(10): 3-7.
55. SILLER, J. A.; RODRIGUEZ, C. H. 1985. Efeito de fungicidas no controle da vassaura de bruxa do cacaueiro em condicoes de campo. In Belém. CEPLAC/DEPEA. Informe Técnico. Belém. Pp. 84-88.
56. SORIA, V. J. 1970. Tendencias de algunas características de cacaos nativos de la Hoya Amazónica. *Cacao* 15(1): 16-18.
57. SKYLAKAKIS, G. 1983. Theory and strategy of chemmical control. *Annual Review of Phytopthlogy* 21: 134-135.
58. SUAREZ, C. C. 1987a. Manual del cultivo de cacao. Estación Experimental Tropical Pichilingue.

- Programa Nacional de Cacao. Ecuador. Pp. 70-84.
59. VALDERRAMA, A. 1990. Evaluación de la eficiencia de fungicidas a base de cobre en el control de enfermedades en frutos de cacao. Tesis Ing. Agr. Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María - Perú. 130 p.
60. VANDERPLANK, J. E. 1963. Plant disease; epidemics and control. Academic Press. New York. 349 p.
61. VASQUEZ, G. R. 1991. Epidemiología de la escoba de bruja (Crinipellis perniciosa (Stahel) Singer), del cacao (Theobroma cacao L.) en Tingo María. Tesis Ing. Agr. Universidad Nacional Agraria de la Selva. 87 p.
62. WATERHOUSE, G. M. 1974. Phytophthora palmivora and some related species. In GREGORY, P.H. Phytophthora disease of cacao. London. Pp. 51-70.
63. WOOD, G. A. 1975. Cocoa. 3ra edition. Academia Press. London. Pp. 130 - 138.
64. ZADOKS, J. C. y SCHERIM, R. A. 1979. Epidemiology and plant disease Management. University Press. New York. 427 p.

X. A N E X O

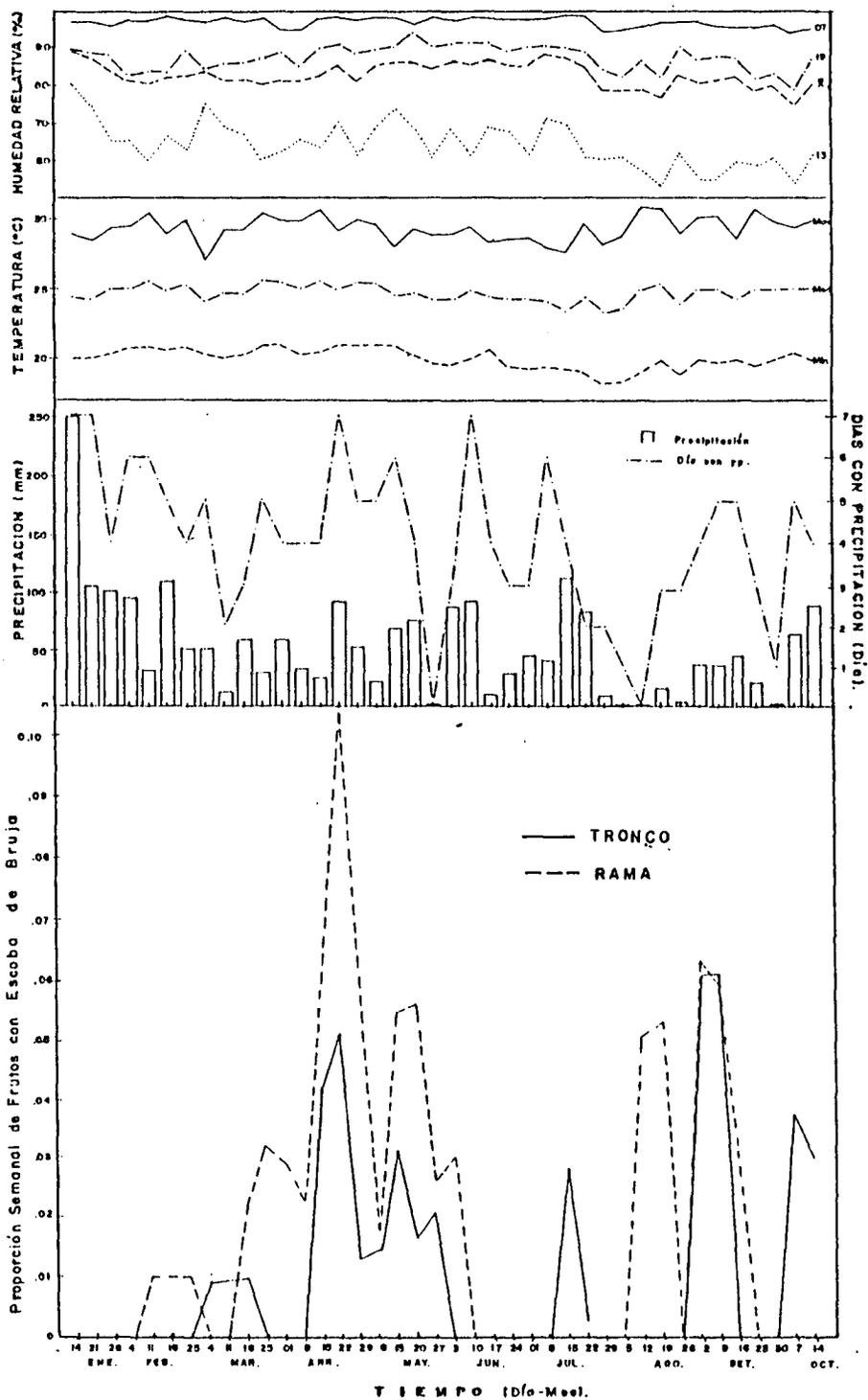


FIGURA 15. Comportamiento de frutos infectados con escoba de bruja en tronco y rama con relación a la precipitación; temperatura máxima, media y mínima; y al porcentaje de la humedad relativa a las 07, 13 y 19 horas en el período Enero a Octubre 90.

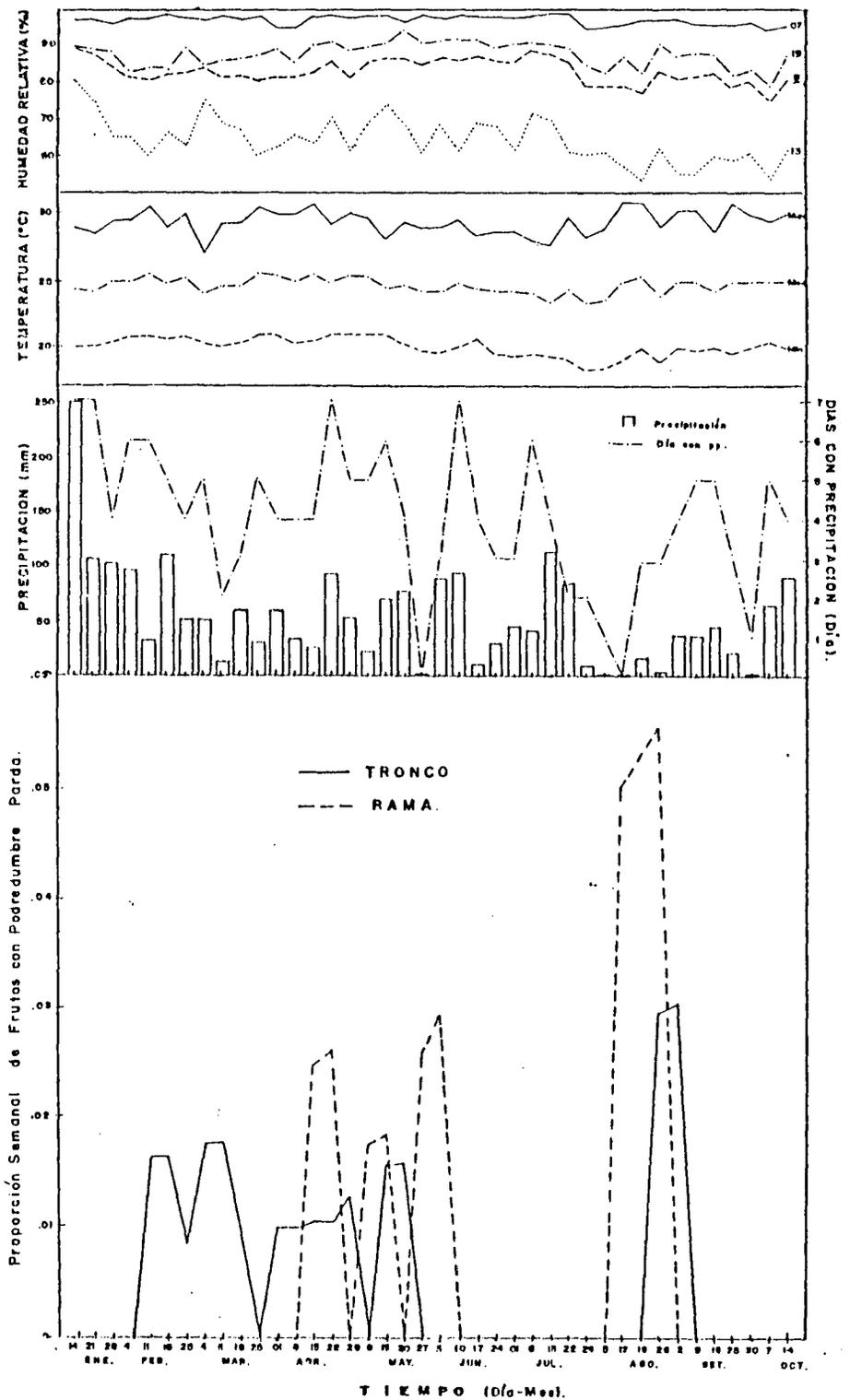


FIGURA 16. Comportamiento de frutos infectados con podredumbre parda en tronco y rama con relación a la precipitación; temperatura máxima, media y mínima; y al porcentaje de la humedad relativa a las 07, 13 y 19 horas en el período Enero a Octubre 90.

CUADRO 18 Número de árboles con respecto al intervalo de altura de orqueta.

CLAVE	INTERVALO DE ALTURA ORQUETA (m)	DATOS ORIGINALES	DATOS * TRANSFORMADOS
1	< 0.90	2.50	1.73 c
2	0.91-1.20	3.25	1.87 c
3	1.21-1.50	10.25	3.26 a
4	1.51-1.80	6.00	2.55 b
5	1.81-2.10	4.50	2.20 bc
6	2.11-2.40	0.50	0.97 d
C. V. (%)			18.20

* Para el análisis de variancia y prueba de significación, los datos fueron previamente transformados e $\sqrt{X+0.5}$ y en cada columna los promedios seguidos de la misma letra no difieren significativamente entre sí (Duncan P=0.05).

CUADRO 19 Número de árboles en relación con la altura del mismo.

CLAVE	INTERVALO DE ALTURA ORQUETA (m)	DATOS ORIGINALES	DATOS * TRANSFORMADOS
1	2.01-2.50	0.50	0.93 d
2	2.51-3.00	1.00	1.13 cd
3	3.01-3.50	3.50	1.97 ab
4	3.51-4.00	4.50	2.21 a
5	4.01-4.50	5.25	2.39 a
6	4.51-5.00	3.00	1.83 abc
7	5.01-5.50	5.50	2.33 a
8	5.51-6.00	2.50	1.68 abcd
9	6.01-6.50	1.25	1.27 bcd
C. V. (%)			28.00

* Para el análisis de variancia y prueba de significación, los datos fueron previamente transformados e $\sqrt{X+0.5}$ y en cada columna los promedios seguidos de la misma letra no difieren significativamente entre sí (Duncan P=0.05).

CUADRO 20. Resumen de los análisis de variancia del peso de almendra húmeda y seco por parcela (kg).

		C U A D R A D O S M E D I O S						
FUENTES DE VARIACION	G. L.	ALMENDRA HUMEDA					ALM. SECA	
		Total	Sano	Escoba de bruja	Podred. parda	Podred. negra	Antracnosis	TOTAL
BLOQUES	2	205.42	111.83	1.62 *	0.020	0.0100	0.001	27.70
TRATAMIENTO	3	293.74*	301.62*	6.66**	0.283	0.0067	0.003	45.80 *
ERROR	6	60.04	53.02	0.31	0.068	0.0050	0.002	9.60
C. V. (%)		10.90	11.25	9.60	36.7	82.8	111.0	10.9

* Significativo al nivel de 5% de probabilidad por la prueba de F.

** Significativo al nivel de 1% de probabilidad por la prueba de F.

CUADRO 21. Resumen de los análisis de variancia de número de frutos en relación a las enfermedades de etiología de ocurrencia común en cacao.

		CUADRADOS MEDIOS						
FUENTES DE VARIACION	G.L.	NUMERO DE FRUTOS POR PARCELA 1/						
		Total (sano+enf.)	Total sanos	Total enfermo	Escoba de bruja	Podred. parda	Podred. negra	Antracnosis
BLOQUES	2	2.018	1.705	7.36 *	8.20 *	0.406	0.495	0.461
TRATAMIENTO	3	2.920	8.363 *	5.05 *	4.16 *	0.944 *	0.275	0.474
ERROR	6	0.712	1.776	1.05	0.86	0.145	0.108	0.212
C. V. (%)		2.97	5.25	8.09	7.70	10.66	25.30	35.60

1/ Para el análisis de variancia y prueba de significacion los datos fueron previamente transformados en $\sqrt{X+0.5}$

* Significativo al nivel de 5% de Probabilidad por la Prueba de F.

** Significativo al nivel de 1% de Probabilidad por la Prueba de F.

CUADRO 22. Resumen de los análisis de variancia de la tasa de progreso y del área debajo de la curva de progreso de la enfermedad de escoba de bruja y podredumbre parda en los tratamientos

FUENTES DE VARIACION	G. L.	CUADRADOS MEDIOS			
		ESCOBA DE BRUJA		PODREDUMBRE PARDA	
		TASA	ACPE	TASA	ACPE
BLOQUES	2	0.00000028	49.35 *	0.00000014	29.38 *
TRATAMIENTO	3	0.00000125 *	65.11 **	0.00000264 *	56.75 **
ERROR	6	0.00000024	5.02	0.00000028	2.86
C. V. (%)		12.00	17.30	30.00	22.50

* Significativo al nivel de 5% de probabilidad por la prueba de F.

** Significativo al nivel de 1% de probabilidad por la prueba de F.

CUADRO 23. Resumen de los análisis de variancia de la infección de frutos en relación a la enfermedad de etiología fungosa de ocurrencia común en cacao.

FUENTES DE VARIACION	G.L.	CU A D R A D O S M E D I O S				
		PORCENTAJE DE INFECCION DE FRUTOS POR PARCELA 1/				
		Total enfermo	Escoba de bruja	Podred. parda	Podred. negra	Antracnosis
BLOQUES	2	57.910 **	26.835 *	2.330	4.451	0.552
TRATAMIENTO	3	72.287 **	61.630 **	6.115 *	2.654	2.254
ERROR	6	1.516	3.222	1.091	1.040	1.003
C. V. (%)		4.48	6.90	14.12	51.00	40.51

1/ Para el análisis de variancia y prueba de significación los datos fueron transformado con Arco seno $\sqrt{\%}$

* Significativo al nivel de 5% de probabilidad por la prueba de F.

** Significativo al nivel de 1% de probabilidad por la prueba de F.

CUADRO 24. Resumen de los análisis de variancia de la incidencia de escoba en el follaje y cojín floral en el árbol de cacao en los tratamientos en estudio.

FUENTES DE VARIACION	G. L.	I N C I D E N C I A D E E S C O B A S 1/					
		Escoba lateral verde	Escoba terminal verde	Total escobas verdes	Total escobas secas	Total escobas vegetativas	Total cojines infectados
BLOQUES	2	0.0041	0.0165	0.0071	0.4734	0.4053	0.0021
TRATAMIENTO	3	0.0474 *	0.0103	0.0481	0.4027	0.3552	0.0431 *
ERROR	6	0.00999	0.0051	0.0120	0.4140	0.1825	0.0064
C. V. (%		7.25	6.30	6.76	17.80	10.98	4.90

1/ Para el análisis de variancia los datos fueron transformados en $\sqrt{X+0.5}$

* Significativo al nivel de 5% de probabilidad por la prueba de F.

CUADRO 25. Resumen de los análisis de variancia del número de frutos respecto a cada intervalo de altura, expresado en porcentaje (%) por intervalo. *

FUENTES DE VARIACION	G. L.	C U A D R A D O S M E D I O S 1/			
		FRUTO	TOTAL FRUTO	FRUTO ENFERMO	
		SANO (%)**	ENFERMO (%)	Escoba de Bruja (%)	Podredumbre Parda (%)
TRATAMIENTO	11	441.99	27.54	37.14	34.19
ERROR	34	153.15	75.34	69.49	14.19
C.V (%)		31.4	20.7	31.4	97.3

1/ Para el análisis de variancia y prueba de significación, los datos fueron previamente transformado en: Arco seno \sqrt{x} .

CUADRO 26 Resumen del análisis de variancia del número de árboles con respecto al intervalo de altura de orqueta.

FUENTES DE VARIACION	G.L.	CUADRADO MEDIO ^{1/} NUMERO ARBOLES
TRATAMIENTO	5	2.43 **
ERROR	18	0.14
C. V. (%)		18.20

1/ Para el análisis de variancia los datos fueron previamente transformados en $\sqrt{X+0.5}$.

** Significativo al nivel de 1% de probabilidad por la prueba de F.

CUADRO 27 Resumen del análisis de variancia del número de en relación con la altura del mismo.

FUENTES DE VARIACION	G.L.	CUADRADO MEDIO ^{1/} NUMERO ARBOLES
TRATAMIENTO	8	1.156 **
ERROR	27	0.241
C. V. (%)		28.00

1/ Para el análisis de variancia los datos fueron previamente transformados en $\sqrt{X+0.5}$.

** Significativo al nivel de 1% de probabilidad por la prueba de F.

CUADRO 28 Producción e infección de frutos por escoba de bruja, podredumbre parda y total enfermos respecto a tres intervalos, expresado en porcentaje (%).

INTERVALO (m)	TOTAL FRUTO PRODUCIDO (%)	FRUTO SANO (%)	TOTAL FRUTO ENFERMO (%)	FRUTO ENFERMO ESCOBA DE BRUJA (%)	ENFERMO PODRED. PARDA (%)
< 1.50	16.38	16.62	15.51	15.01	36.59
1.51-4.00	76.16	76.35	75.44	76.09	56.10
> 4.00	7.46	7.03	9.05	8.90	7.32
TOTAL	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00