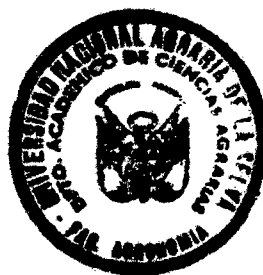


**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA**

**FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**Departamento Académico de Ciencias Agrarias**



**“NIVEL DE INCIDENCIA DE ENFERMEDADES EN  
FRUTOS DE CACAO EN PLANTACIONES CON  
DIFERENTES PRACTICAS DE MANEJO EN  
TINGO MARIA”**

***T E S I S***

**Para optar el título de:**

**INGENIERO AGRÓNOMO**

**CARLOS ORTEGA MOLLEDA**

**PROMOCIÓN 1996**

**“Unasinos camino a la excelencia”**

**TINGO MARÍA – PERÚ**

**2006**

H20

O73

Ortega Molleda, Carlos

Nivel de Incidencia de Enfermedades en Frutos de Cacao en Plantaciones con Diferentes Prácticas de Manejo en Tingo María. Tingo María, 2006

89 h.; 7 cuadros; 15 fgrs.; 39 ref.; 30 cm.

Tesis ( Ingeniero Agrónomo ) Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María ( Perú ). Facultad de Agronomía.

ENFERMEDADES / CULTIVO - CACAO / PRODUCCIÓN / FRUTO -  
CACAO / TAXONOMÍA / METODOLOGÍA / MANEJO / TINGO  
MARÍA / RUPA RUPA / LEONCIO PRADO / HUÁNUCO / PERÚ.

## DEDICATORIA

En memoria de mis padres Víctor Miguel y Genara (Q. E. P. D.) a quienes debo mi existencia.

Con el cariño de siempre a mis hermanos: María Luisa, Miguel Ángel, Ana María, quienes me inculcaron a realizarme como profesional.

Con eterna gratitud a mis hermanas María Pilar y Beatriz, que gracias a sus consejos y sacrificio hicieron de mi un profesional.

Con cariño a mis sobrinos en especial a Albert y Rodrigo por brindarle su apoyo y comprensión

## AGRADECIMIENTO

- A la Universidad Nacional Agraria de la Selva y en particular a la plana de docentes de la Facultad de Agronomía quienes me brindaron sus conocimientos e hicieron de mi un profesional.
- Al Dr. Rolando Ríos Ruiz, asesor del presente trabajo de investigación por su valiosa enseñanza en el campo de la fitopatología y brindarme su cálida y sincera amistad, la que hizo posible la culminación del presente trabajo de investigación.
- Al Convenio UNAS - SENASA - CAN: Programa Nacional de Control Integrado de la Moniliasis. Secretaría Técnica del Comité ejecutor de Tingo María por el apoyo económico del presente trabajo.
- Al Ing° Jaime J. Chávez Matías ~~co~~ asesor del presente trabajo por su apoyo desinteresado.
- A los señores Juan Fernández E. y Justo Fernández E. por sus valiosas enseñanzas de superación y sacrificio.
- A Renán Meza Soria por brindarme su amistad y apoyo desinteresado en la culminación del presente trabajo.
- A mis amigos: Arturo Rivas Durán, Zayda Vergara Aquino, Willy Soberanis Ramirez, Juana Francia M. y Tomas Melgarejo Gutierrez por compartir su conocimiento y amistad.

## INDICE GENERAL

	Pág
I. INTRODUCCIÓN .....	9
II. ANTECEDENTES .....	11
A. El cultivo de Cacao .....	11
1. Taxonomía .....	11
2. Clima y Suelo .....	11
3. Sistemas de producción del cacao .....	12
B. Causas e importancia de las enfermedades .....	16
1. De la moniliasis .....	16
2. De la escoba de bruja .....	20
3. De la pudrición parda .....	24
4. Marchitamiento temprano de los frutos .....	27
C. Pérdidas que causan las enfermedades .....	27
D. Cuantificación de pérdidas de cosecha en cacao .....	30
III. MATERIALES Y METODOS .....	32
A. Ubicación del experimento .....	32
B. Instalación y conducción del experimento .....	32
C. Parámetros evaluados .....	33
1. Nivel de Incidencia de enfermedades .....	33
2. Comportamiento del número de frutos enfermos durante el período de evaluación .....	34
3. Curva y tasa de progreso de la enfermedad y área debajo de la curva del progreso de la enfermedad (ACPE) en frutos de cacao .....	35

4. Incidencia de la moniliasis en las plantaciones en estudio .....	37
5. Producción .....	37
IV. RESULTADOS .....	39
A. Nivel de incidencia de enfermedades en frutos según las condiciones de manejo de las plantaciones .....	39
B. Comportamiento del número de frutos enfermos durante el período de evaluación .....	48
C. Curva y tasa de progreso de la enfermedad y área debajo de la curva de progreso de la enfermedad (ACPE) en frutos de cacao ..	52
D. Incidencia de la moniliasis en las plantaciones en estudio .....	60
E. Producción .....	64
V. DISCUSION .....	68
A. Del nivel de incidencia expresado en porcentaje de frutos enfermos, curva de comportamiento, tasa de infección y área debajo de la curva de progreso de la enfermedad .....	68
B. De la Incidencia de la moniliasis en las plantaciones en estudio ...	74
C. Del peso de almendra y el nivel de daño estimado, expresado en reducción en rendimiento de peso de almendra .....	76
VI. CONCLUSIONES .....	79
VII. RECOMENDACIONES .....	81
VIII. RESUMEN .....	82
IX. BIBLIOGRAFIA .....	84
X. ANEXO .....	89

## INDICE DE CUADROS

Cuadro	Pág.
1. Plantación y condición de manejo evaluados según su nivel de incidencia de enfermedades en frutos de cacao .....	34
2. Valores promedios de la tasa de progreso y el área debajo de la curva de progreso de la enfermedad de moniliasis, escoba de bruja y pudrición parda .....	54
3. Incidencia de moniliasis expresado en porcentaje de frutos enfermos de cacao en las plantaciones en estudio .....	63
4. Peso de almendra en estado húmedo, seco y nivel de daño expresado en reducción en rendimiento .....	65
5. Correlación simple de producción expresado en número total de frutos cosechados (TFC), número de frutos sanos (FS), peso de almendra húmeda (PAH), incidencia de enfermedades expresado en porcentaje de frutos enfermos totales (FET), porcentaje de frutos enfermos con moniliasis (FEM) y nivel de daño estimado expresado en porcentaje de reducción de peso de almendra húmeda (RPAH) ...	67
6. Nivel de incidencia de frutos de cacao en las diferentes plantaciones (tratamientos) expresada en número de frutos de cacao .....	90
7. Nivel de incidencia de frutos de cacao en las diferentes plantaciones (tratamientos) expresada en porcentaje de frutos de cacao .....	91

## INDICE DE FIGURAS

Figura	Pág.
1. Nivel de incidencia de frutos en una plantación semi-abandonada expresada en el número de frutos (A) y porcentaje de frutos (B) .....	40
2. Nivel de incidencia de frutos en una plantación tradicional expresada en el número de frutos (A) y porcentaje de frutos (B) .....	41
3. Nivel de incidencia de frutos en una plantación tradicional rehabilitado 1 expresada en el número de frutos (A) y porcentaje de frutos (B) .....	44
4. Nivel de incidencia de frutos en una plantación tradicional rehabilitado 2 expresada en el número de frutos (A) y porcentaje de frutos (B) .....	45
5. Nivel de incidencia de frutos en una plantación tradicional rehabilitado 3 expresada en el número de frutos (A) y porcentaje de frutos (B). .....	46
6. Nivel de incidencia de frutos en una plantación semi-técnica expresada en el número de frutos (A) y porcentaje de frutos (B) .....	47
7. Comportamiento de frutos enfermos expresado en porcentaje de frutos totales en las plantaciones con diferente práctica de manejo ...	49
8. Comportamiento de frutos enfermos expresado en porcentaje de frutos infectados con moniliasis en las plantaciones con diferente práctica de manejo .....	50
9. Comportamiento de frutos enfermos expresado en porcentaje de frutos infectados con escoba de bruja en las plantaciones con	



diferente práctica de manejo .....	51
10. Comportamiento de frutos enfermos expresado en porcentaje de frutos infectados con pudrición parda en las plantaciones con diferente práctica de manejo .....	51
11. Progreso de frutos enfermos, período abril-octubre 1995 expresado por la proporción de frutos enfermos totales (I datos originales y II datos transformados) .....	53
12. Progreso de frutos enfermos, período abril-octubre 1995, expresado por la proporción de frutos enfermos con moniliasis (I datos originales, II datos transformados) .....	56
13. Progreso de frutos enfermos, período abril-octubre 1995, expresado por la proporción de frutos enfermos con escoba de bruja (I datos originales, II datos transformados) .....	58
14. Progreso de frutos enfermos, período abril-octubre 1995, expresado por la proporción de frutos enfermos con pudrición parda (I datos originales, II datos transformados) .....	59
15. Cambios en el porcentaje de frutos enfermos con moniliasis cosechados en estado verde y maduro y porcentaje de frutos cosechados en estado de mancha y esporulados en las diferentes plantaciones en estudio durante 1995 .....	62

## I. INTRODUCCIÓN

Dentro de la actividad agrícola de la región de la selva, el cultivo del cacao (*Theobroma cacao L*) es una de las más representativas. A través de los años se han ido incrementando los agricultores cultivadores y las áreas de siembra, consecuentemente la producción de cacao, registrándose actualmente 48,295 has (MINAG, 1996).

El éxito del cultivo del cacao se traduce en su rendimiento por unidad de superficie, pero el rendimiento depende de una serie de factores, siendo uno de los más importantes la presencia de las enfermedades. Las enfermedades en el cultivo del cacao determinan pérdidas cuantitativas que hace apremiante la necesidad de tomar medidas que permitan mayores cosechas. Las enfermedades pueden provocar pérdidas directas de la cosecha, pudrición de mazorcas, debilitar los árboles, y por último matarlos. Las enfermedades de mayor importancia como escoba de bruja, moniliasis y pudrición parda son los que causan daños a frutos ocasionando pérdidas de cosecha que pueden llegar a mermar significativamente la producción sobre todo en plantaciones mal manejadas (Ríos, 1993 y 1995).

Juzgar, evaluar y medir el efecto que tiene las enfermedades de las plantas son procesos que ayudan a determinar sus consecuencias. Sin embargo poco se ha hecho hasta la fecha para establecer rutinariamente las pérdidas resultantes de las enfermedades de las plantas para ejecutar acciones de control en el grado requerido según la magnitud del problema (French, 1982).

Se conoce hoy que las pérdidas ocasionadas por las enfermedades que

infectan frutos de cacao están directamente relacionadas con la intensidad de la enfermedad, la misma que varía de acuerdo al manejo proporcionado al cultivo que es reflejada en la mayor o menor producción y/o intensidad de la enfermedad en frutos.

El uso adecuado de cualquiera de las tecnologías modernas de cultivo contra las enfermedades depende del conocimiento de los niveles de incidencia que acontece en las diferentes plantaciones de cacao, en tal sentido se ha planteado del presente trabajo de investigación, con los siguientes objetivos:

1. Determinar el nivel de incidencia de las enfermedades en frutos de cacao en plantaciones con diferentes prácticas de manejo.
2. Estimar el nivel de daño de las enfermedades en reducción en rendimiento de peso de almendra en diferentes plantaciones de cacao cultivada en Tingo María.

## II. ANTECEDENTES.

### A. El cultivo de cacao.

#### 1. Taxonomía.

La especie *Theobroma cacao* L pertenece a la clase Dicotiledonea, orden Malvales, familia E Sterculeaceae y tribu Birtneriaceae.

#### 2. Clima y suelo.

El cacao, es originario de la cuenca del Amazonas y se extiende hasta el sur de México, área donde ocurrió la domesticación. Se cultiva desde el nivel del mar hasta los 800 msnm explotado comercialmente dentro de un cinturón relativamente estrecho alrededor de 15°N y 15°S del Ecuador. La temperatura media óptima anual debe de ser de 25°C con una media mensual, mínima de 15°C y una mínima absoluta de 10°C.

La distribución de la lluvia varía grandemente de región a región y es el factor principal de las diferencias observadas en el manejo del cultivo. La precipitación anual debe de ser de 1400 a 2000 mm y bien distribuidas, excesos de 2500 a 3000 mm reduce la producción y propicia las enfermedades fungosas.

La profundidad del suelo, es uno de los factores que determina la cantidad de agua susceptible de ser almacenados en el suelo y puesto a disposición de las plantas y permita una buena fijación.

Los suelos franco arcillosos y franco arenosos son óptimas para el cacao, que aseguran buen drenaje y movimiento del aire, el pH adecuado debe de ser de 6.5 (Wood, 1982).

### **3. Sistemas de producción del cacao**

#### **a. Tecnología tradicional en el cacao**

Después de la preparación del suelo, los productores agrícolas proceden a instalar sus sembríos de cacao utilizando para ello semillas de plantaciones de su mismo fundo o fundos vecinos, utilizando criterios muy simples de selección, como aquellos que provengan de plantas de mayor producción y/o almendras de las mazorcas más grandes, a este método de mejoramiento, se considera el más lento pero efectivo que han tenido los países en la historia de este cultivo (Fundación Panamericana, 1987), varios investigadores señalan que no se ha indagado sobre el material genético utilizado en la zona, pero algunos estudios señalan que este material es producto de diferentes cruces genéticos que han perdido sus rasgos clonales, casi en su totalidad están formados por variedades procedentes de Iquitos, Tulumayo, Tingo María y otras áreas cacaoteras del Perú. Con estas semillas los cacaoteros suelen hacer sus viveros, algunos en suelo libre, otros en bolsas de polietileno, y la mayoría de los productores practican el sistema de siembra directa en terreno definitivo, en el que previamente se han instalado otro cultivo como el plátano por ejemplo, que cumplen dos funciones uno de aprovechar mejor el suelo con fines económicos y otro que sirve de sombra a la nueva plantación del cacaotero (Naciones Unidas, 1991; Ríos, 1995).

En la edad de producción, estos sembríos en su mayoría mantenidos solamente con deshierbo, en pocos casos se complementa con el desbrotamiento y poda simple al estilo del productor. En la zona en estudio sólo el 25% de los productores realizan labores de desbrotamiento y el 10% podas inadecuadas bajo este sistema tradicional de producción, es decir el manejo se

hace en forma casi extractiva (Fundación Panamericana, 1987; Ríos, 1995).

Esta situación es muy común también fuera de nuestras fronteras como en Honduras sólo hay "cosecheros" y no cultivadores de cacao (Fundación Panamericana, 1987).

Todo parece indicar que el material genético actualmente explotado es el mismo que hace mas de 30 años que se cultivaba en esta zona; y es más, las formas de manejo y explotación siguen siendo las consideradas tradicionales, en el que el agricultor no acostumbra otra cosa que ha realizar labores de deshierbo y extracción de los frutos. Este fenómeno se explica muy fácilmente en los bajos rendimientos de la producción por unidad de superficie cultivada.

#### **b. Tecnología semitécnica**

La tecnología semitécnica, es aquella tecnología técnica (media), utilizada de una parte de su magnitud total, es decir el agricultor no utiliza la combinación adecuada de fertilizantes, no utiliza semilla mejorado, no utiliza químicos adecuados o en otras proporciones para controlar las plagas y/o enfermedades y no utiliza las labores culturales en la medida prescrita por la técnica. Es decir, si utiliza la tecnología técnica a medias no necesariamente en un punto promedio entre la tecnología tradicional y la técnica, lo que permite tener un rendimiento menor al obtenido utilizándolo en su integridad (Gaytan y Lacky 1993).

**c. Componente del paquete tecnológico propuesto como expresión de la nueva tecnología en el cacao**

Tecnología nueva en este cultivo implica un conjunto de procedimientos secuenciales que constituyen el resultado positivo de experiencias de investigaciones realizadas por instituciones responsables de ello en nuestra zona.

Esta tecnología nueva consiste primeramente en la determinación del mejor material genético que se adapte al medio, es decir que tenga los mejores rendimientos y a la vez condiciones de resistencia o tolerancia a las enfermedades. A este respecto la investigación se realizó mediante prácticas de hibridación de diferentes clones, se estudio también las condiciones edafoclimáticas en las que el cacao se desarrolla óptimamente incluyendo para ello las fuentes de fertilización del suelo que este requiere y además el estudio entomológico y fitopatológico para determinar principalmente la forma de combatir las principales plagas y enfermedades que atacan a este cultivo (INIPA, 1983).

Cabe indicar que este paquete tecnológico no ha sido previamente comprobado en las condiciones de campo, para luego ponerlos al servicio del agricultor.

**d. Rehabilitación de plantaciones de cacao**

La rehabilitación de cacaotales consiste en la recuperación de los mismos, con el propósito de que en el corto tiempo se vuelvan productivos. Estas prácticas se realizan en campos descuidados y con serios problemas agronómicos (Naciones Unidas, 1991).

Hoy en día, debido a factores tales como mal manejo de las podas, tradicionalismo, abandono de las plantaciones o materiales con diferente vigor vegetativo, es muy común observar árboles-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 muy especial de enfermedades como Escoba de bruja y Pudrición parda. Esta acción es necesaria emprenderla a la mayor brevedad posible dada la amenaza de una enfermedad aun más grave que la escoba de bruja, conocida como Moniliasis o monilia causada por el hongo *Moniliophthora roreri*. El control de esta enfermedad sería imposible lograrlo por medios químicos o culturales, si la altura de los árboles sobrepasa más allá de los 5 metros. La reducción de altura puede hacerse en forma gradual o de una sola vez hasta obtener una plantación uniforme no mayor de 5 metros de altura. Este método ofrece una ventaja adicional permitiendo que el árbol nuevamente vuelva a producir frutos en el tronco principal (Naciones Unidas, 1991).

Dicho plan de rehabilitación esta orientado a mejorar las condiciones del cultivo mediante la realización de labores culturales en la plantación, que significa controlar malezas, realizar podas adecuadas, dotación de sombra, desbrotamiento, abonamiento, remoción de frutos enfermos, control de plagas temporales, tratamiento fitosanitario, etc, y aplicación efectiva de productos químicos, utilizando para ello algunos materiales y herramientas especiales (Naciones Unidas, 1991).



## **B. Causas e importancia de las enfermedades**

### **1. De la moniliasis**

#### **a. Etiología e importancia económica**

La "Moniliasis" del cacao es causada por el hongo *Moniliophthora roreri* (Cif y Par) Evans *et al.* Es una de las enfermedades de mayor importancia en el cultivo de cacao y se caracteriza por dañar solamente los frutos, en cualquier estado de desarrollo (Evans, 1981).

Las pérdidas ocasionadas por la moniliasis en Ecuador, Colombia y Costa Rica son considerables. Esta enfermedad fue reportado por primera vez en Ecuador en 1917, y posteriormente se diseminó hacia otros países como Colombia, Venezuela, Panamá, Nicaragua y Costa Rica (Evans, 1981).

En el Perú, la moniliasis fue reportada el 11 de octubre de 1988, en la provincia de Bagua Grande y Utcubamba en el departamento de Amazonas y en la provincia de Jaén y Cutervo en el departamento de Cajamarca (Hernández *et al.*, 1989). En Tingo María la enfermedad fue reportada en 1992, en el sector de "Las Islas" y actualmente esta ampliamente diseminada en la región del Alto Huallaga (Ríos, 1983; Ríos y Lama 1992). Las pérdidas en las regiones afectadas son variadas entre 65 a 90% reduciendo drásticamente la producción (Ríos, 1983), actualmente lo encontramos presentes en los departamentos de Cajamarca, Amazonas, San Martín, Ucayali y Ayacucho (Hernández *et al.*, 1996).

#### **b. Sintomatología de la enfermedad**

El hongo ataca inicialmente a los frutos en cualquier fase

de desarrollo y en cualquier punto de superficie; sin embargo se ha podido concretar el tipo de síntoma que ofrece esta enfermedad depende de la edad al momento que el fruto es infectado o atacado. Pero la velocidad de aparición y desarrollo de los síntomas depende en forma directa de los factores ambientales, significando que en zonas más calidas, la enfermedad es más rápida en completar su ciclo que en zonas más frías, o que están a mayores alturas sobre el nivel del mar. En zonas calidas el ciclo, desde infección hasta completar esporulación, oscila entre 50-60 días. La enfermedad en frutos pequeños, desde el cuajamiento hasta los 15 a 20 días de edad, ocasiona generalmente la muerte prematura del pepino, sin presentar los síntomas típicos que ocasiona la enfermedad en frutos más grandes. Cuando el hongo ataca frutos un poco más desarrollados y no mayores de 60 días de edad, el síntoma inicial consiste en la presencia, menos 30 días después de la infección, de deformaciones o abultamientos, similar a los producidos por escoba de bruja. Posteriormente, luego de 15 a 20 días, se configura una mancha color chocolate, que generalmente abarca todo el fruto. En un tiempo no mayor de 8 días, el fruto se cubre de un micelio blanco con esporulación de color crema. Los frutos atacados en esta edad presentan la destrucción total de los almendras (Aranzazu, 1986).

La sintomatología de monilia en frutos que son atacados con una edad entre 60-110 días, se caracteriza por la aparición como primer síntoma de puntos necróticos aislados o agrupados, que ocurre en promedio 30 días después de la infección. Posteriormente sobre estos puntos necróticos, luego de 15-20 días se configura la mancha café, el cual en menos de 8 días se cubre de micelio, ocasionando la pérdida de los almendras. Cuando el

hongo, ataca los frutos de cacao, que ya ha sobrepasado los 110 días de edad, es decir, que están a 40-50 días de ser cosechados por madurez, la enfermedad se manifiesta inicialmente como puntos necróticos, que en algunas ocasiones configuran la mancha chocolate que generalmente es de tamaño reducido.

Por lo general, a esta edad el síntoma más característico, es la formación de islas verdes alrededor de los puntos. En estos casos la enfermedad se circunscribe a la cáscara no afectando las almendras las cuales se aprovechan entre 80-100%. Cuando la infección invade los tejidos internos la pulpa y los gramos forman una masa compacta, las almendras se pegan unos a otros y se hace difícil su separación. Los tejidos contienen una sustancia acuosa, en proceso de descomposición, la que con lleva a que una mazorca enferma pese más que un fruto sano, siendo denominado "Mazorca Piedra" (Aranzazu, 1986; Naciones Unidas, 1991).

### **c. Ciclo de vida y epidemiología de la enfermedad**

La humedad relativa mayor de 80% y temperatura comprendida entre 25-30°C son los más importantes, durante las fases de floración y fructificación del árbol de cacao, altas infecciones con carácter de epidemias. Desde la infección hasta completarse la esporulación transcurren entre 2 a 2.5 meses.

Las infecciones son producidas únicamente por conidias nunca por micelio (Evans, 1981; Galindo, 1986). El patógeno infecta frutos de cacao, en cualquier estado de desarrollo, para la germinación e infección exitosa, las conidias requiere agua líquida con ambiente saturado mínimo de 5

a 8 horas; el tubo germinativo penetra por cualquier parte del tipo de fruto y avanza en forma intercelular, la sola humedad relativa alta entre el 90 y aun el 100% no induce la germinación de las conidias (Galindo, 1986).

La dispersión se efectúa libremente en horas del día especialmente cuando disminuye la humedad dentro de la plantación, la cual es ocasionada por el viento, insecto, lluvias, aves y especialmente por el hombre, cuando retira con malos métodos y en forma brusca las frutos esporulados de los árboles.

Para la formación de un abundante estroma o micelio y por supuesto la esporulación sobre la superficie de los frutos, es indispensable la presencia de humedad apropiada y cumplido este en menos de 8 días la presencia de la mancha chocolate y en condiciones ambientales secas monilia no esporula o lo hace pobremente sobre la mancha y el fruto comienza a momificarse.

Recientes estudios han establecido, que las esporas que permanecen en frutas momificados pendientes de los árboles, conservan la viabilidad hasta 8 a 9 meses después, considerándose como principal fuente de inóculo primario. La mayor ocurrencia de conidias en el aire se observa durante el día siendo mínima durante las horas de madrugada (Evans, 1981; Naciones Unidas 1991).

#### **d. Control de la enfermedad**

La estrategia moderna para el combate de las enfermedades de las plantas esta basada en los estudios de epidemiología, según las cuales una enfermedad se puede combatir de manera general

reduciendo la cantidad de inóculo con el que se inicia la epidemia en el cultivo, reduciendo la velocidad de aparición de nuevo inóculo durante el desarrollo de la epidemia a lo largo de la estación del cultivo, o también empleando ambos métodos (Newhall, 1968).

El control de la enfermedad se logra con la aplicación de las prácticas agronómicas que requiere el cultivo desde su implantación o siembra. El método más efectivo y económico para reducir la cantidad de inóculo primario, es cortando los frutos enfermos antes de la esporulación (Naciones Unidas, 1991).

## **2. De la escoba de bruja**

### **a. Etiología e importancia económica**

La Escoba de bruja es causada por el hongo *Crinipellis perniciosa* (Stahel) Singer (Andebrhan, 1985).

La escoba de bruja es considerada como una de las enfermedades más importantes del cacao, en los países donde existen. Después de su aparición causó daños económicos en los países productores de cacao siendo los más afectados Surinam, Ecuador, Trinidad, Colombia y Venezuela, en las cuales ha ocasionado pérdidas superiores al 50.0% de la Producción (Bastos y Evans, 1979).

Baker y Holliday (1957), muestran que la producción de cacao en el Ecuador era de 47210 t en el año de 1914 (antes de la escoba de bruja), y en el año 1,969 y subsiguiente, la producción cayó más del 50% Steel, citado por Andebrhan y Rudgar (1983), relato que en el año en que la enfermedad fue observado por primera vez en Venezuela, fueron cogidas

5126 t de Cacao a 97.00% de pérdidas.

Según Holliday. citado por Wood (1982), pérdidas del 70% de frutos han sido observados en áreas no controlados, en Trinidad. En el estado en Rondonia Brasil ya fueron registradas en algunas fincas, pérdidas hasta del 90% de la producción, en los meses de Junio y Julio, constituyéndose la enfermedad en el principal factor limitante para la expansión del cultivo de Cacao en la Región (Andebrhan, 1985).

#### **b. Sintomatología**

Esta enfermedad ataca principalmente los tejidos meristemáticos en crecimiento, tales como los brotes en crecimiento cojines florales y frutos, provocando síntomas característicos que se manifiestan en forma de hipertrofias y otras anormalidades como resultado de desbalance hormonal de interacción patógeno hospedero. Las plántulas pueden ser atacadas en viveros, cuyos síntomas se caracterizan por el engrosamiento anormal del brote apical, que presenta en seguida un secamiento de las hojas jóvenes pudiendo anteriormente morir como consecuencia de sus puntos de crecimiento (Andebrhan y Rudgar, 1983; Bastos y Evans, 1981a).

Las escobas al principio son verdes y después de 4 a 6 semanas se secan y mueren adquiriendo una coloración marrón oscura, los cojines florales infectados forman un conglomerado de flores anormales, hipertrofia de pedicelo grande e hinchado, que solo dará origen a frutos enfermos o no producen nunca (Evans, 1981b).

Frutos que son infestados aun pequeños (1cm de longitud), toman la forma de zanahoria, paralizan el crecimiento con aproximadamente

15cm de longitud antes de quedarse negro y momificado (Andebrhan y Rudgar, 1983; Evans, 1981b; Wood, 1982).

Los frutos que son infectados cuando tienen 2 a 5cm de longitud se tornan hinchadas y deformadas madurando precozmente. Frutos infectados en estadios más avanzados (8cm), presentan cuando adultos, una mancha negra y dura de forma más ó menos circular. Con el desarrollo de la infección estos se forman secos y duros. En estos frutos los tejidos se encuentran almendras dañados y adheridos entre sí y la cáscara, presentan una pudrición seca y acuosa, dependiendo de la variedad del cacao y la edad del fruto (Andebrhan y Rudgar, 1983; Evans, 1981b; Wood, 1982).

### **c. Aspectos epidemiológicos**

La variación cuantitativa de la producción de cacao a través de un año presenta especial interés, por cuanto mide la potencialidad del inóculo y la producción de nuevas infecciones. La cantidad de nuevas escobas determinadas con un nuevo período depende directamente de la relación que existe entre la esporulación, floración y brotación del cultivo (Sifuentes *et al*, 1982).

La formación de hiperplasias en tejidos meristemáticas por *Crinipellis perniciososa*, conocida más comúnmente como "Período verde" y "Período seco" de la escoba (fenómeno que culmina con la esporulación del hongo), reviste un especial interés e importancia en el manejo de la enfermedad. La duración del "Periodo verde" de la escoba se sitúa entre 4 y 8 semanas, sin embargo una proporción relativamente baja de ellos cumplen al cabo de dos semanas mientras que la mayoría permanezcan

verdes durante 3 semanas.

En cuanto a la duración del "Período seco" de las escobas, existen amplias divergencias, Baker y Urquhort citado por Sifuentes *et al* (1982), han señalado períodos mínimos de 6 a 12 semanas; Daza y Leonidas, citado por Sifuentes (1982) anotan, que dependiendo de las condiciones de humedad después de 20 a 25 semanas de muerte, en la escoba empiezan a desaparecer los primeros basidiocarpos.

La infección de los cojines florales en los diferentes países presenta un patrón definido de comportamiento. Así en los llanos (Colombia), La máxima infección de cojines se presentan en los meses de Mayo a agosto, contrariamente a lo que sucedió con la formación de infecciones vegetativas (Evans, 1981a). En cambio en la Amazonía Brasileña, la Infección ocurre en el mismo período que la infección vegetativa, sucediendo éstas entre junio y Agosto (Andebrhan, 1985).

El número promedio de frutos totales enfermos cosechados por mes tienen comportamiento cíclico bien definido. Los mayores infecciones en los llanos (Colombia), se suceden entre Agosto y Diciembre (Sifuentes *et al*, 1982). En la Amazonía Brasileña ocurre entre Junio y Agosto, el cual también coincide con el período máximo de cosecha (Andebrhan, 1985). En Tingo María la máxima infección ocurre entre mayo y setiembre (Valderrama, 1990).

#### **d. Control de la 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 puedan ser compatible con la práctica cultural recomendada y buscar así un manejo integral de este problema (Rondon, 1985). Diversos autores han planteado que el control químico no ha sido exitoso por varias razones, las cuales incluyen la dificultad para proteger adecuadamente tejidos en rápido crecimiento y la ausencia de fungicidas sistémicos para erradicar el micelio sistémico una vez establecida. Los fungicidas a base de cobre pueden aligerar las pérdidas de los frutos si se aplica directamente a estas, el tiempo correcto durante el período de máxima formación y desarrollo de los frutos (Bastos y Evans, 1979).

### **3. De la pudrición parda**

#### **a. Etiología e importancia económica**

La "Pudrición parda de la mazorca" o "Mazorca negra" del cacao, es causado por el hongo *Phytophthora palmivora* Butl, la pudrición parda del fruto del cacao es la enfermedad más antigua e importante. Está presente en todos los países donde se cultiva cacao. Es responsable de las pérdidas de más del 20% en promedio de la cosecha, variando de un país a otro (Gregory, 1974). En Brasil, se estima la pérdida en un 20 a 25%, en África casi la totalidad de la producción, en Costa Rica y México puede llegar a un 50% y son de poca importancia, en Costa de marfil y Ghana (Gregory, 1974). En Costa Rica se tuvieron bajas de 46.6% esto incluye el 8.6% de frutos maduro infectado pero no necesariamente dañada si se cosecha en el estado inicial de la enfermedad y 38% de frutos no madura (con "cherelle Wilt") destruido por el hongo. La protección del fruto pequeño es importante para

mantener la producción (Braudeau, 1970).

#### **b. Sintomatología de la enfermedad**

El hongo ataca en diversas partes del árbol, pero los daños más espectaculares para el agricultor, esta en las mazorcas estos pueden ser atacados en cualquier etapa del desarrollo. La primera indicación de la infección es una mancha circular parda o café oscuro, que progresa concéntricamente y puede cubrir todo la mazorca. El contenido de la Mazorca puede estar destruido ya sea parcialmente o total por una podredumbre color café, Los ataques tempranas, generalmente inutilizan totalmente las semillas, pero si son tardíos, lo hacen solo parcialmente. Posteriormente se presentan chancros sobre las ramas y el tronco. Estos se inician en la inserción del fruto, y al principio la lesión no es visible al exterior ya que solo comprometen al cambium y los haces liberianos y leñosos cuando la infección alcanza la corteza y produce necrosis, es cuando se manifiesta su verdadero chancro, el cual termina por destruir la rama (Gregory, 1974).

#### **c. Epidemiología**

El hongo es condicionado como saprofito, por su capacidad de conservación en la época seca y como parásito porque ataca los órganos de las plantas hospederas (Gregory, 1974).

Los factores que favorecen el desarrollo de la pudrición parda son variables de acuerdo a la zona, sin embargo el factor mas importante parece ser la lluvia y la temperatura relativamente bajo, las cuales inciden en el crecimiento y esporulación del patógeno, ya que producen brotes intensos 3-4

días después de caída la lluvia. En presencia del agua los esporangios liberan las zoosporas en promedio de 15-30. La temperatura del agua para la liberación de la zoospora está entre 15-19°C, por otro lado los insectos y el viento sirven como vectores para contaminar nuevos frutos. Las fuentes de inóculo para la pudrición parda son amplias, pueden ser el suelo, mazorcas momificadas, cojines florales infectados, la corteza del árbol, chupones y brotes de cacao que crecen cerca del suelo (Gregory, 1974).

#### **d. Control de la pudrición parda**

Las medidas de control deberán enfocarse integralmente con el manejo del cultivo. El simple uso de un fungicida, no es la solución definitiva del combate de esta enfermedad, es necesario considerar principios básicos que puedan explicar el desarrollo de la enfermedad, la naturaleza de su resistencia y la susceptibilidad de la planta y los factores que determinan la máxima eficacia de los materiales fungicidas y medios sanitarios, como labores culturales, abonamiento y podas (Muller, 1974).

Desde que las medidas de control químico fueron iniciados en cacao hace aproximadamente 70 años en Camerum, fungicidas cúpricos protectores como el caldo bordales y otros compuestos cúpricos, han sido la base para el control de la podredumbre parda (Wood, 1982). Se encontró que la eficacia de las pulverizaciones es un resultado del efecto integrado de la aplicación de fungicidas, remoción periódica de los frutos atacados y tratamiento de cáscara después de la cosecha. Sobre el manejo de la enfermedad de la Podredumbre parda, es de esperar que solo será posible controlarla utilizando clones resistentes, buenas prácticas sanitarias, y en

general practicando un buen manejo del cultivo, desfavoreciendo el desarrollo y diseminación de la enfermedad y aplicando medios de control químico adecuados (Newhall, 1968).

#### **4. Marchitamiento temprano de los frutos**

Existe un límite en la capacidad de fructificar del cacao, controlado por lo que se conoce como un desorden de funciones fisiológicas, denominado "marchitamiento prematuro" ('cherelle kilt'). Este fenómeno de los frutos jóvenes se caracteriza por un amarillamiento prematuro y secamiento o momificación del fruto, que permanece pegado al tronco por mucho tiempo. Parece ser un fenómeno bastante parecido al que ofrecen muchos otros frutales, como un mecanismo fisiológico de auto control de la fructificación. Aunque en cacao se aumenta la fecundación y fructificación, esto conlleva a aumentar el marchitamiento de los frutos pequeños (Enriquez, 1985).

También se asocia el marchitamiento de los frutos a diferentes infecciones por hongo o efecto de insectos, pero nunca se ha podido reproducir el daño y no hay evidencia de que ninguna enfermedad sea la razón primaria. Se ha encontrado toda clase de organismos al inicio del proceso de marchitamiento, sin embargo, parece que todos ellos son secundarios (Enriquez, 1985).

#### **C. Pérdidas que causan las enfermedades**

Juzgar, evaluar y medir el efecto que tienen las enfermedades de las plantas son procesos que ayudan a determinar sus consecuencias. El efecto puede ser nulo o aparente, es decir, que aunque se noten síntomas en un

cultivo, el resultado puede ser negativo en cuanto a la calidad o cantidad del producto que se valoriza. El efecto es negativo cuando se reduce la calidad o rendimiento del producto y es positivo cuando aumenta su valor. Sin embargo, poco se ha hecho hasta la fecha para establecer rutinariamente las pérdidas resultantes de las enfermedades (y plagas) de las plantas, para ejecutar acciones de control en el grado requerido según la magnitud del problema. La intensidad de un programa de control debe depender primero de la justificación económica. El gasto de controlar no debe exceder el valor del incremento resultante (French y Herber, 1982).

Las enfermedades de las plantas inciden pues en la economía del hombre y en su desarrollo social ya que reducen la cantidad y calidad de las plantas, sus productos y la disponibilidad de materia prima para la industria. La evaluación de las enfermedades, conocida también como fitopatometría, es la medida de las mismas. La cuantificación se logra mediante el uso de escalas generalmente arbitrarias y los resultados son subjetivos en la generabilidad de las veces, por lo que es necesario que las evaluaciones estén ligadas a valores de rendimientos o reducción de cosechas. Actualmente no existen pautas bien definidas para determinar la reducción de las cosechas por efecto de las enfermedades ni el momento crítico en que el daño se hace efectivo y que permita iniciar un programa de control. La evaluación de las enfermedades tiene un valor relativamente pequeña a menos que ella sea referida a reducción en rendimientos. Los desequilibrios fisiológicos y bioquímicos en los diversos hospederos son de diferente magnitud para las distintas enfermedades por lo que su incidencia en los rendimientos será diferente (Mont, 1993).

Con los datos de rendimiento en ausencia o presencia de distintas

intensidades de una enfermedad, se calcula la reducción en rendimiento tomando el rendimiento de las plantas sanas como el rendimiento potencial, y el rendimiento a un dado índice de intensidad como el rendimiento real. Entonces el porcentaje de reducción en rendimiento es la diferencia entre el potencial (100%) y el porcentaje que presenta el rendimiento real sobre el potencial (Hernández *et al.*, 1989).

#### **D. Cuantificación de pérdidas de cosecha en cacao.**

Las enfermedades de las plantas causan pérdidas que pueden tener serias consecuencias para los productores, los consumidores e incluso los países. Con el siempre creciente precio de los fungicidas y el alto costo de la mano de obra, una medida económicamente viable para el control de la enfermedad de la pudrición parda sólo puede ser desarrollado si las pérdidas pueden ser estimadas con exactitud (Adebayo, 1980).

En todas las áreas cacaoteras del mundo *Moniliophthora roreri*, *Crinipellis pernicioso* y *Phytophthora sp.* son las más serias enfermedades donde ellas ocurren. En la literatura se halla documentada más ampliamente sobre las pérdidas de cosecha en estos patógenos. Braudeau (1970), indica que *Phytophthora palmivora* es responsable de una pérdida de producción considerable en todo el mundo, pudiendo en algunas regiones provocar la pérdida de más del 80% de la cosecha. Entre tanto esta enfermedad se manifiesta con una intensidad más o menos grande según los países. En Brasil se estima que de 20 a 25% de la producción queda destruida, mientras que la pérdida puede llegar al 50% en Costa Rica. En África los daños son singularmente importantes en Nigeria y en Camerún donde pueden, en algunas

plantaciones, afecta a la casi totalidad de la producción. Son de menor importancia en costa de Marfil y en Ghana sin que por ello dejen de ser despreciables (Braudeau, 1970; Gregory, 1974).

La escoba de bruja a eliminado plantaciones enteras de cacao en Surinam y el resto de los países donde la enfermedad es severo, 90% de los frutos pueden ser perdidos. En la Amazonía Brasileira las pérdidas anuales son estimadas en 40%, entre tanto las más altas perdidas son reportadas en el estado de Rondonia-Brasil. En este estado se producen frutos enfermos entre marzo a agosto del año, siendo que la mayor cantidad de frutos sanos y enfermos se den en el mes de mayo, totalizando anualmente una pérdida de 61% (Shaner y Finney 1977).

Adebayo (1989), evaluando las pérdidas de enfermedades se refiere sólo a la presencia física del patógeno en los frutos, mientras que lo que vale en consideración económica es si las almendras dentro del fruto son fermentables o no. Siendo estos así, la infección del fruto no es de importancia económica si no cuando las almendras están afectado. A este respecto encontró que alrededor de 90% de todas las mazorcas o frutos que son infectados ya sea por *Phytophthora palmivora* o *Botrydiploidia theobromae* se pierden. Por el contrario, menores de un tercio de todos los frutos que están infectados por *Fusarium* se pierden.

Cronshaw (1979) en un estudio para evaluar el efecto de cinco fungicidas protectores aplicados a frutos sobre la infección por *Crinipellis pernicioso*, *Moniliophthora roreri* y *Phytophthora palmivora* encontró que en el testigo hubo un total de 93.6% de frutos infectados y distribuidos en 45.4%, 24.6% y 23.6% respectivamente. En cambio en una de las parcelas aplicadas

con clorotalomil a dosis comercial, hubo un total de 34.3% de frutos infectados, distribuidos en 13.5%, 7.9% y 12.9% de infección para *Crinipellis perniciososa*, *Moniliophthora roreri* y *Phytophthora palmivora* respectivamente.



### **III. MATERIALES Y METODOS**

#### **A. Ubicación del experimento**

El presente trabajo de investigación se efectuó en plantaciones de cacao situadas ambas márgenes del río Huallaga en el distrito de Rupa Rupa y las localidades de Afilador, Las Islas, Castillo Grande y Jacintillo en Tingo María - Huanuco a 650 msnm de altitud y una precipitación pluvial de 3500 mm/año, y según la clasificación de Holdridge la zona esta ubicada dentro de la formación vegetal de bosque muy húmedo pre-montano subtropical (BmhPsT).

#### **B. Instalación y conducción del experimento**

El presente experimento fue conducido en plantaciones establecidas, entre 13 y 30 años de edad sembrados a un distanciamiento de 4x4 metros compuesto por una mezcla de híbridos. Las plantaciones de cacao fueron seleccionadas en base a la evaluación efectuada por Ríos (1995).

Durante la conducción de este trabajo se realizó el deschuponado y control de malezas en forma manual cuando fue necesario. Todas las plantaciones donde se realizó el experimento se encontraba bajo sombra de guaba y plátano. En cada plantación se seleccionó un área con condiciones de suelo, árboles de cacao y sombra lo mas uniforme posible. En donde se seleccionó una parcela compuesto por 100 plantas los cuales se sometieron a evaluación según lo definido en el trabajo de investigación, que consistió en la cosecha de frutos sanos y enfermos, según la condición de manejo de la plantación durante el tiempo que duró el experimento, determinado por el período de máxima cosecha (abril-octubre) (Cuadro 1). Todo material removido

se dejó en el suelo.

Los datos obtenidos por plantación fueron analizados individualmente, según las evaluaciones sometidas a las diferentes condiciones de manejo por periodo de muestreo.

### **C. Parámetros evaluados**

#### **1. Nivel de incidencia de enfermedades**

El nivel de incidencia de la enfermedad en frutos de cacao se encontró a través de las evaluaciones del número de frutos y el porcentaje de frutos sanos y enfermos, para lo cual en cada fecha de evaluación las 100 plantas de cada parcela fueron evaluadas, registrándose el número de frutos sanos y enfermos con moniliasis, escoba de bruja y pudrición parda.

Las evaluaciones según las condiciones de manejo de cada plantación se efectuaron cada 7 y 14 días. En cada fecha de evaluación se practicó una minuciosa observación de frutos enfermos por árbol y aquellos que presentaron infección fueron inmediatamente removidos.

El número de frutos contabilizados en la cosecha y discriminados en cada enfermedad fueron analizados durante 196 días, periodo de máxima producción (14 evaluaciones cada 14 días) por cada plantación o parcela en estudio. Del total de frutos durante la cosecha fue obtenida el porcentaje de incidencia de frutos sanos, total de frutos enfermos, frutos con moniliasis, frutos con escoba de bruja y frutos con pudrición parda.

**Cuadro 1.** Plantación y condición de manejo evaluados según su nivel de incidencia de enfermedades en frutos de cacao.

<b>Clave</b>	<b>Condición de manejo</b>	<b>Descripción</b>
P <sub>1</sub>	Semi abandonado	Sin poda, sin manejo de sombra y sin remoción de frutos enfermos. Cosecha de frutos sanos cada 14 días. Edad de la plantación 20 años
P <sub>2</sub>	Tradicional	Con poda simple con corte de algunas ramas bajas de cada árbol (estilo del productor). Remoción de frutos enfermos de vez en cuando. Cosecha de frutos sanos cada 14 días. Edad de la plantación 16 años
P <sub>3</sub>	Tradicional Rehabilitado 1	Con poda de rehabilitación. Remoción de frutos enfermos y cosecha de frutos sanos cada 14 días. Edad de la plantación 15 años.
P <sub>4</sub>	Tradicional Rehabilitado 2	Con poda de rehabilitación. Remoción de frutos enfermos cada 7 días y cosecha de frutos enfermos cada 14 días. Edad de la plantación 15 años.
P <sub>5</sub>	Tradicional Rehabilitado 3	Con poda de rehabilitación sucesiva. Remoción de frutos enfermos cada 7 días. Cosecha de frutos sanos cada 14 días. Edad de la plantación 24 años.
P <sub>6</sub>	Semi-técnica	Con poda de rehabilitación sucesiva con manejo de sombra. Remoción de frutos enfermos cada 7 días y cosecha de frutos sanos cada 14 días. Edad de la plantación 13 años.

## **2. Comportamiento del número de frutos enfermos durante el período de evaluación**

El porcentaje de frutos enfermos totales, frutos enfermos con moniliasis, frutos enfermos con escoba de bruja y frutos enfermos con pudrición parda, obtenidos cada 14 días de cada plantación fueron plotados a través del tiempo de evaluación (abril-octubre) y obtenido la curva de comportamiento de

cada enfermedad por plantación. Los momentos y picos mayores de incidencia y/o daño por enfermedad y por plantación fueron analizados.

**3. Curva y tasa de progreso de la enfermedad y área debajo de la curva del progreso de la enfermedad (ACPE) en frutos de cacao.**

Para el cálculo de la tasa y el ACPE los datos obtenidos en número de frutos de cacao por parcela, fueron sumados por cada fecha de evaluación y considerados como número de frutos totales. Con estos fueron calculados el número total de frutos y el número total de frutos enfermos en las diferentes evaluaciones y fueron expresados en forma acumulativa. Los valores de proporción de frutos enfermos expresados en forma acumulada en relación al tiempo de evaluación permitieron construir el comportamiento de la curva acumulada de progreso de la enfermedad en las plantaciones en estudio. Con las proporciones acumulativas de los frutos enfermos totales, con moniliasis, con escoba de bruja y con pudrición parda, se estimó la tasa de infección y el área debajo de la curva de progreso de la enfermedad conforme se describe a continuación:

**a. Tasa de progreso de la enfermedad**

Este fue obtenida a partir de los datos de incidencia de la enfermedad, los cuales plotados en función del tiempo, originaron la curva de progreso de la enfermedad por cada plantación 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 determinar el modelo que da mayor explicación al progreso de la enfermedad en función del tiempo. Se comparó la ecuación de cada modelo por el coeficiente de determinación ( $R^2$ ). Una vez seleccionada el mejor modelo, se transformaron los datos originales referidos a proporción acumulativa de la enfermedad, sometida a tres modelos matemáticos:

$$\text{Logit (Y)} = \ln\left(\frac{Y}{1-Y}\right), \text{ Monit (Y)} = \ln\left(\frac{1}{1-Y}\right) \text{ y Gompertz (Y)} = -\ln(-\ln(Y)).$$

Con el propósito de usar el modelo Logístico, Monomolecular o de Gompertz, respectivamente.

Graficando estos datos contra la del tiempo ( t ) y mediante el análisis de regresión lineal simple se calculó la tasa de progreso de la enfermedad (K). En base a inclinación de la línea de regresión, se calculó la inclinación de la curva (b), y el coeficiente de determinación ( $R^2$ ) que nos indica cual era el modelo adecuado. El valor de "b" o inclinación de la curva representa la tasa de infección o tasa de progreso de la enfermedad (K).

**b. El área debajo de la curva de progreso de la enfermedad.**

Fue calculada por la ecuación propuesta por Shanner y Finney (1977).

$$\text{ACPE} = \frac{(Y_{(i+1)} + Y_1)}{2} (X_{(i+1)} - X_1)$$

Donde:

$Y_i$  = Proporción de la enfermedad en ésima observación.

$X_i$  = Tiempo (días) en la ésima observación.

n = Número de observaciones.

#### **4. Incidencia de la moniliasis en las plantaciones en estudio**

En las 100 plantas de cada parcela, se cuantificó el número de frutos infectados con moniliasis, discriminados en sus diferentes síntomas cada 14 días. Estos datos permitieron obtener el número de infección de frutos verdes con mancha, frutos verdes con esporulación, frutos maduros con mancha y frutos maduros con esporulación. Estos luego fueron relacionados con los diferentes sistemas de manejo en la plantación.

#### **5. Producción**

##### **a. Peso de almendra húmeda y seca por parcela**

Las evaluaciones se efectuaron entre el 15 de Abril de 1995 al 14 de octubre de 1995. La cosecha se hizo en las 100 plantas por parcela. Los frutos cosechados y teniendo en cuenta el tipo de síntoma fueron discriminadas en frutos sanos, en frutos atacados por pudrición parda, frutos con escoba de bruja, frutos con moniliasis y otros cuantificándose cada una de ellas por separado; de este modo se determinó el número total de frutos, con sus respectivos pesos. Para este trabajo el número de frutos "otros" significa frutos cherelles. Todos los frutos sanos fueron partidos y extraídos las almendras siendo reunido en baldes para luego ser pesados en una balanza de precisión. De igual modo todos los frutos enfermos con moniliasis, pudrición parda y escoba de bruja fueron partidos y extraídos las almendras aún no dañadas y enfermas los cuales fueron pesados por separado.

El peso de almendra seca por parcela fue estimado en 40% del peso de almendra húmeda obtenida según prueba de determinación realizada por Valderrama (1990).

**b. Nivel de daño estimado expresado en reducción de rendimiento de peso de almendra**

El nivel de daño de las enfermedades en los frutos de cacao fueron registrados a través de las cosechas realizadas cada 14 días durante el experimento en las 100 plantas de las plantaciones seleccionadas en la cual se obtuvo el peso de almendras húmedas de frutos sanos y el peso de almendras húmedas recuperadas de frutos enfermos. Posteriormente se determinó la reducción en rendimiento por efecto de las enfermedades de acuerdo a la fórmula siguiente:

$$\text{Porcentaje de reducción en rendimiento a un dado índice de intensidad} = 100 - \frac{\text{Rendimiento real}}{\text{Rendimiento potencial}} \times 100$$

## IV. RESULTADOS

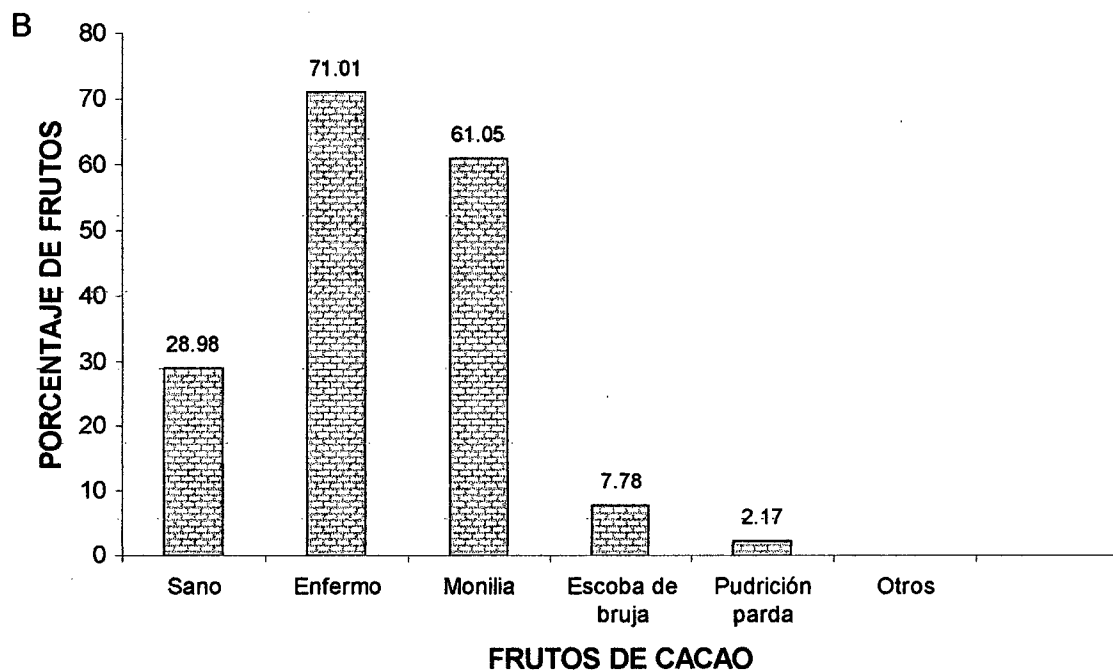
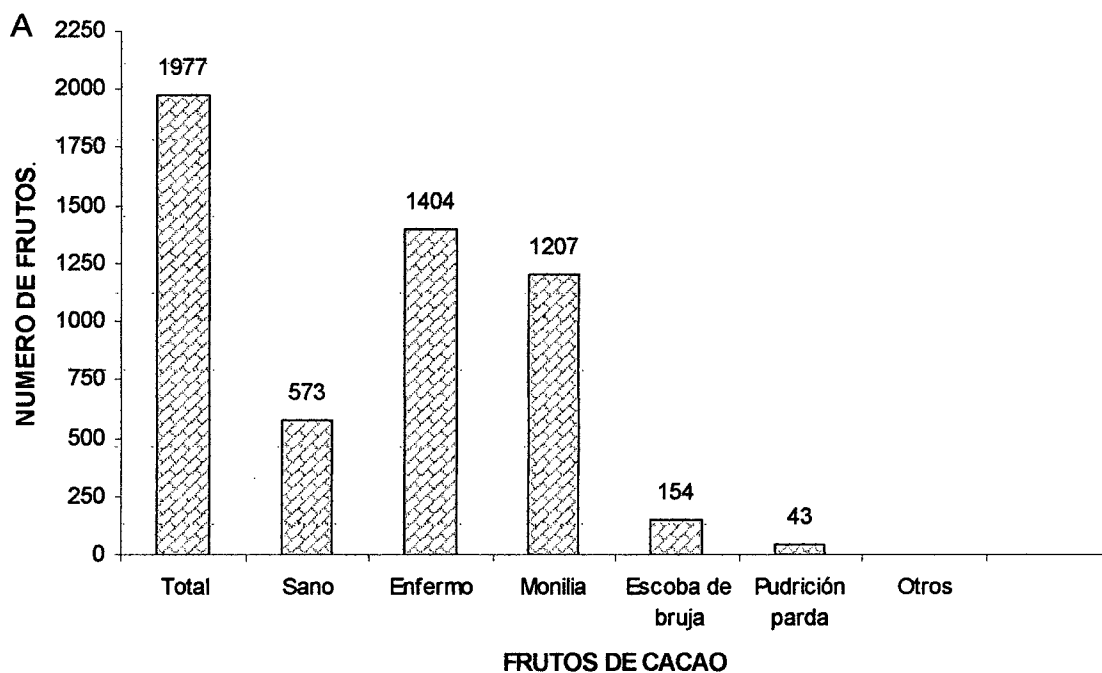
### A. Nivel de incidencia de enfermedades en frutos según las condiciones de manejo de las plantaciones

El nivel de incidencia de enfermedades en frutos expresados en número y porcentaje de frutos sanos y enfermos de las diferentes plantaciones según su condición de manejo son presentadas en las Figuras 1, 2, 3, 4, 5 y 6.

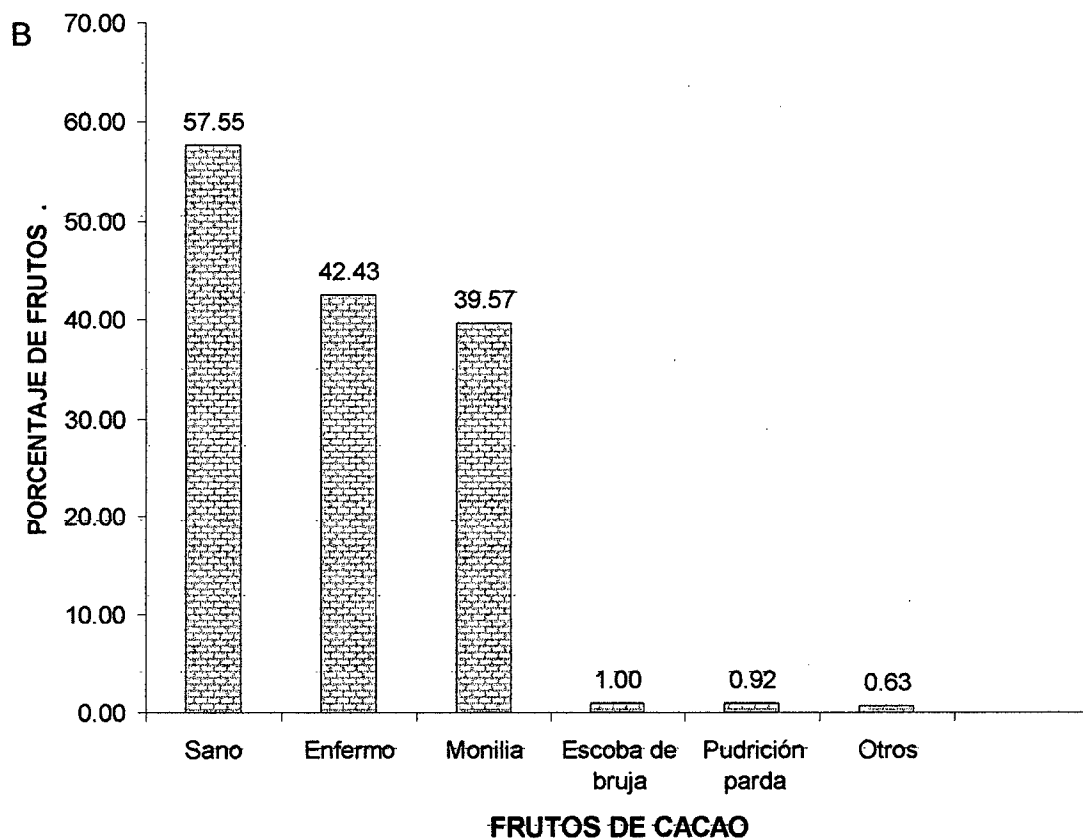
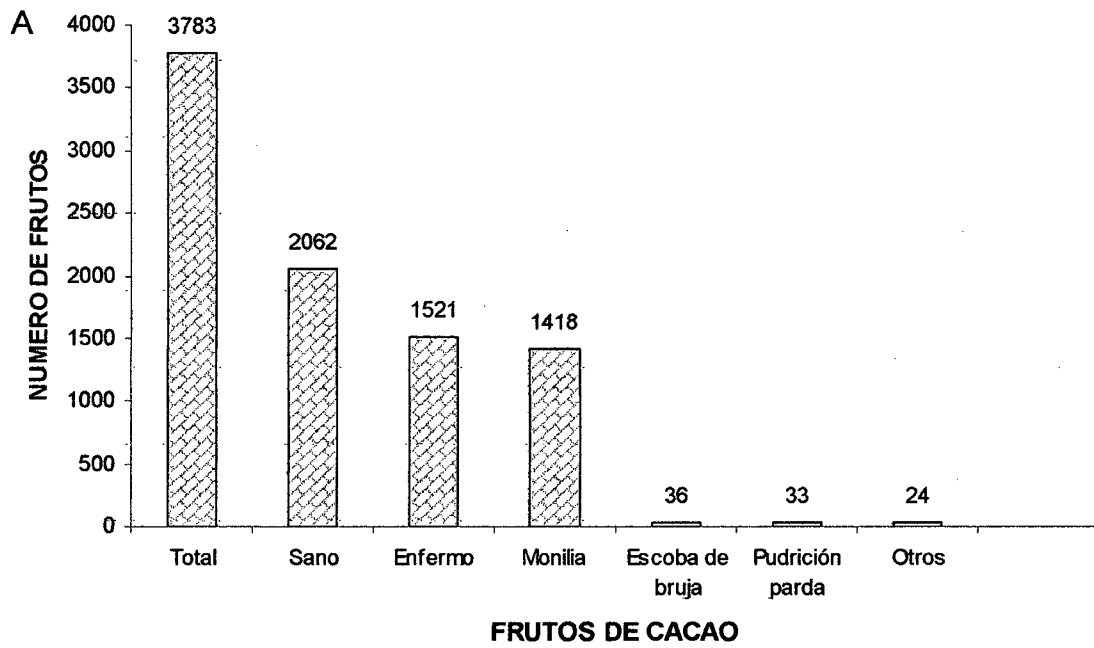
En la plantación 1 ( $P_1$ ) que tiene una condición de manejo de semi-abandonado alcanzó a producir 1977 frutos, de las cuales sólo 573 frutos fueron sanos cuyo porcentaje fue de 28.98%, en cambio el número de frutos enfermos fue de 1404 correspondiendo a esta parcela un alto porcentaje de incidencia de 71.02%, de las cuales 1207 frutos perteneció a moniliasis con un porcentaje de incidencia de 61.05%, 154 frutos con escoba de bruja con 7,78% de porcentaje de incidencia y 43 frutos con pudrición parda alcanzando un porcentaje de incidencia de 2.17% (Figura 1).

En la Figura 2 presentamos los datos obtenida en la plantación 2 ( $P_2$ ) de 16 años bajo una condición de manejo tradicional, habiéndose alcanzado un total de 3583 frutos, de las cuales 2062 frutos fueron sanos equivalente al 57.55%, el número de frutos enfermos infectados con moniliasis, escoba de bruja y pudrición parda fue de 1521 haciendo el 42.45% de porcentaje de incidencia. Del total de frutos enfermos la moniliasis fue el que mayor número de frutos tuvo siendo 1418, correspondiendo el 39.57% de incidencia, 36 frutos con escoba de bruja con 1% de incidencia y 53 frutos con pudrición parda con 0.921% de incidencia.





**Figura 1.** Nivel de incidencia de frutos en una plantación semi-abandonada expresada en el número de frutos (A) y porcentaje de frutos (B).



**Figura 2.** Nivel de incidencia de frutos en una plantación tradicional expresada en el número de frutos (A) y porcentaje de frutos (B).

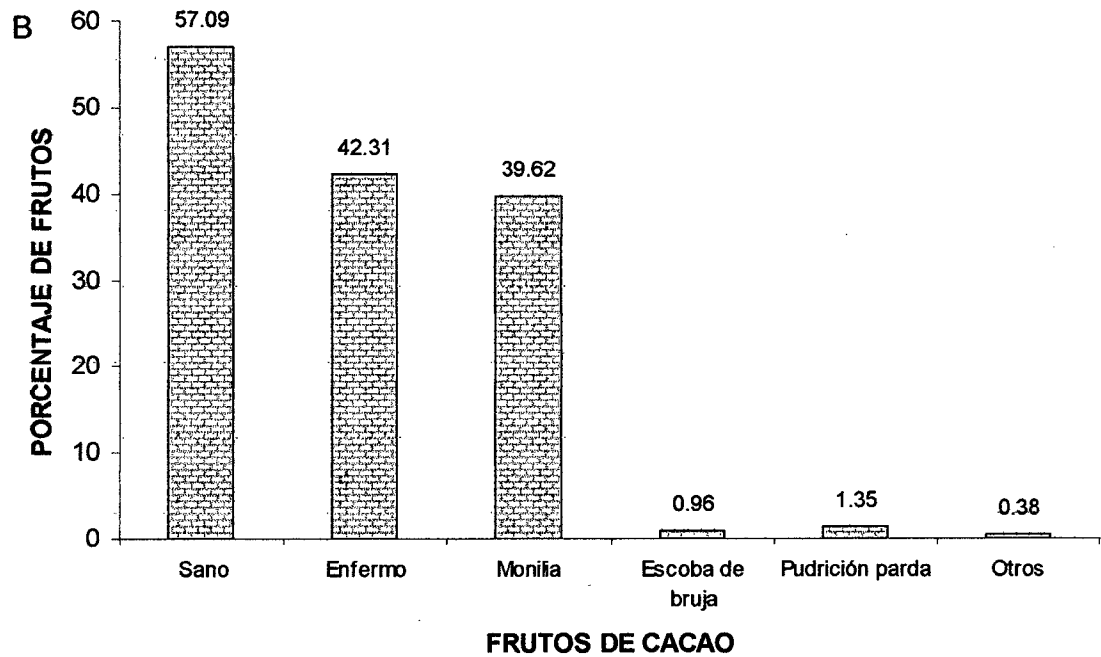
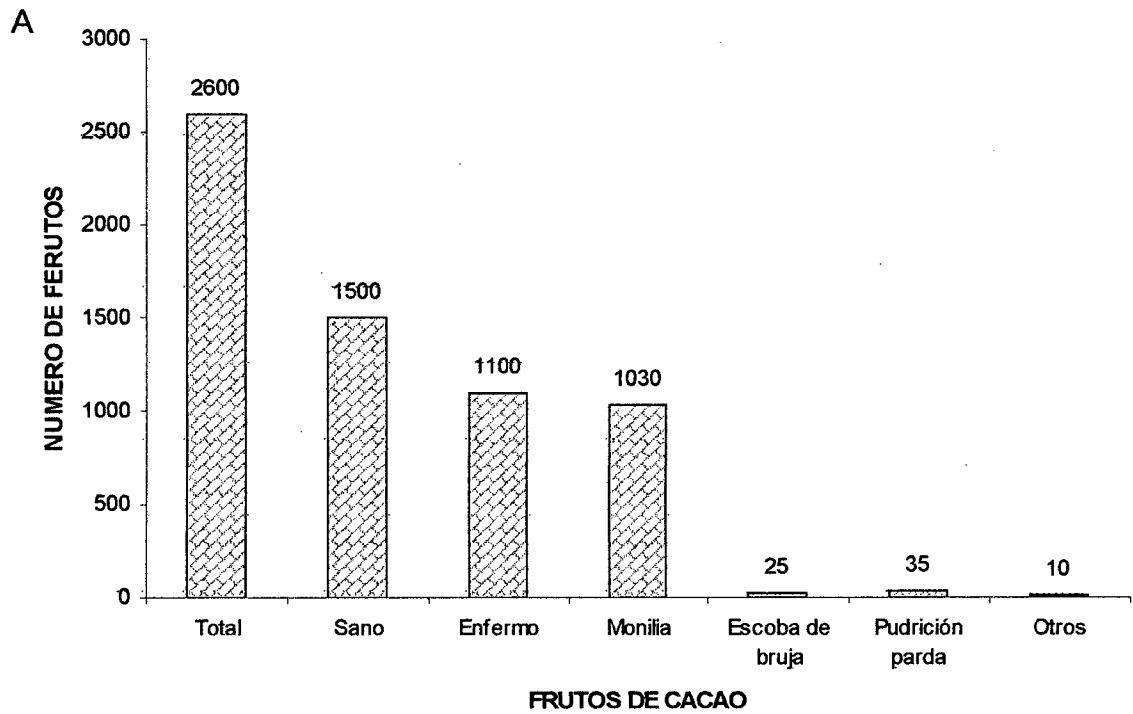
La Figura 3 corresponde a la plantación 3 (P<sub>3</sub>) de 15 años de edad cuya condición de manejo es tradicional que recibió una poda de rehabilitación y remoción de frutos enfermos cada 14 días. En esta plantación se llegó a obtener 2600 frutos totales, de las cuales 1500 frutos fueron sanos haciendo el 57.69%, 1100 frutos enfermos infectados con moniliasis, escoba de bruja y pudrición parda siendo el 42.30% de incidencia total, sin embargo la mayor cantidad de frutos enfermos corresponde a moniliasis habiéndose contabilizado 1030 frutos alcanzando un porcentaje de incidencia de 39.61%, 25 frutos con escoba de bruja con 0.96% de incidencia y 35 frutos con pudrición parda con 1.34% de incidencia.

La plantación 4 (P<sub>4</sub>) de 15 años de edad bajo una condición de manejo de tradicional rehabilitado con remoción de frutos enfermos cada 7 días alcanzó 3314 frutos totales de las cuales 2294 fueron sanos haciendo el 69.22% de incidencia, 1020 frutos enfermos totales con un porcentaje de incidencia 30.78%, de las cuales 900 frutos corresponde a moniliasis con 27.16% de incidencia, 95 frutos con escoba de bruja 2.9% de incidencia y 23 frutos con pudrición parda cuyo porcentaje de incidencia fue de 0.69% (Figura 4).

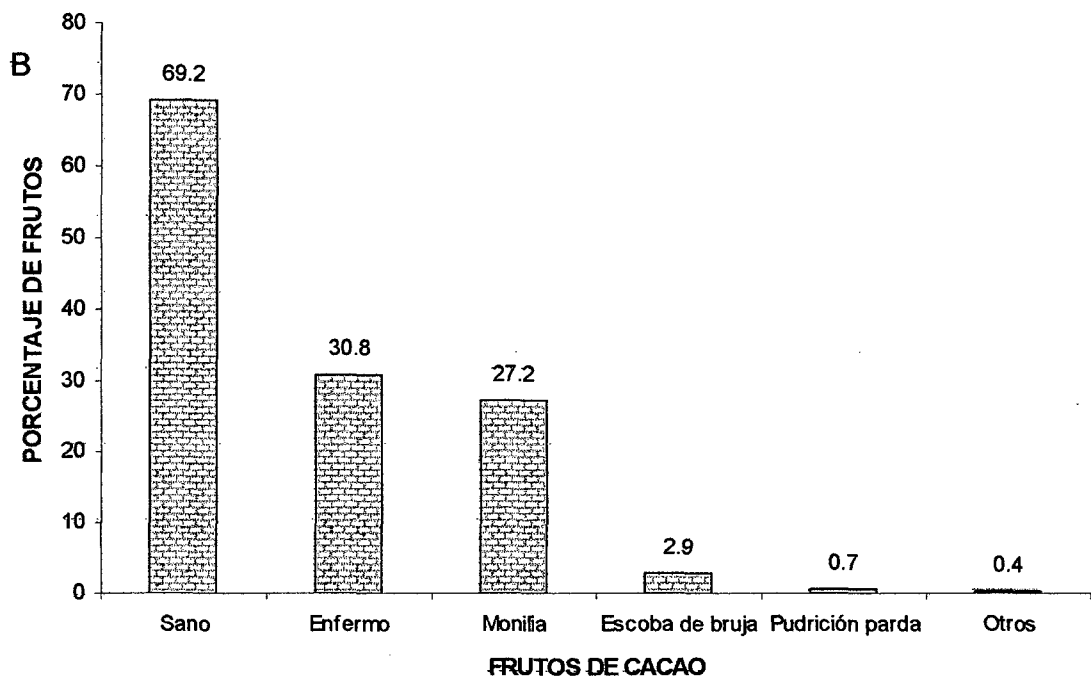
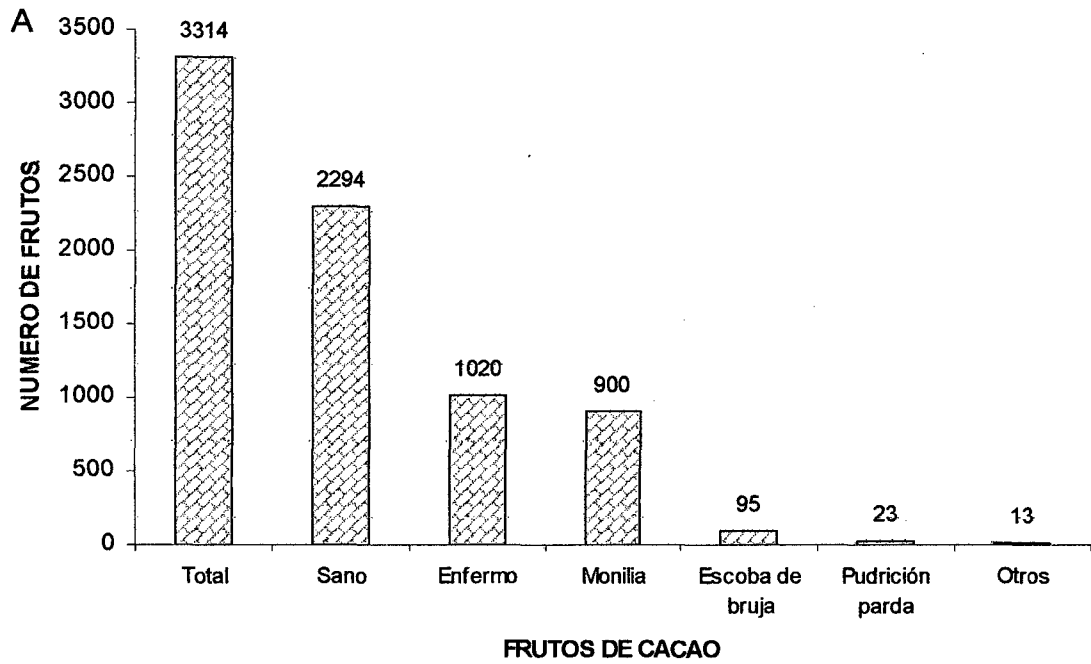
La plantación 5 (P<sub>5</sub>) de 24 años de edad, con condición de manejo tradicional rehabilitado y remoción de frutos enfermos cada 7 días logró producir solamente 1028 frutos totales, de las cuales 794 fueron frutos sanos haciendo un 77,23% del total, 234 frutos enfermos con 22.76% de incidencia y del total de frutos enfermos 214 frutos corresponde a moniliasis con un porcentaje de incidencia de 20.82%. 2 frutos con escoba de bruja con 0.19% de incidencia y 8 frutos con pudrición parda con 0.778% de incidencia (Figura 4). A

pesar que el porcentaje de incidencia de las enfermedades frente a las demás parcelas con el mismo manejo, esta parcela presentó un número global de frutos menor a las demás, demostrándonos que la edad de las plantaciones es un factor determinante en la producción.

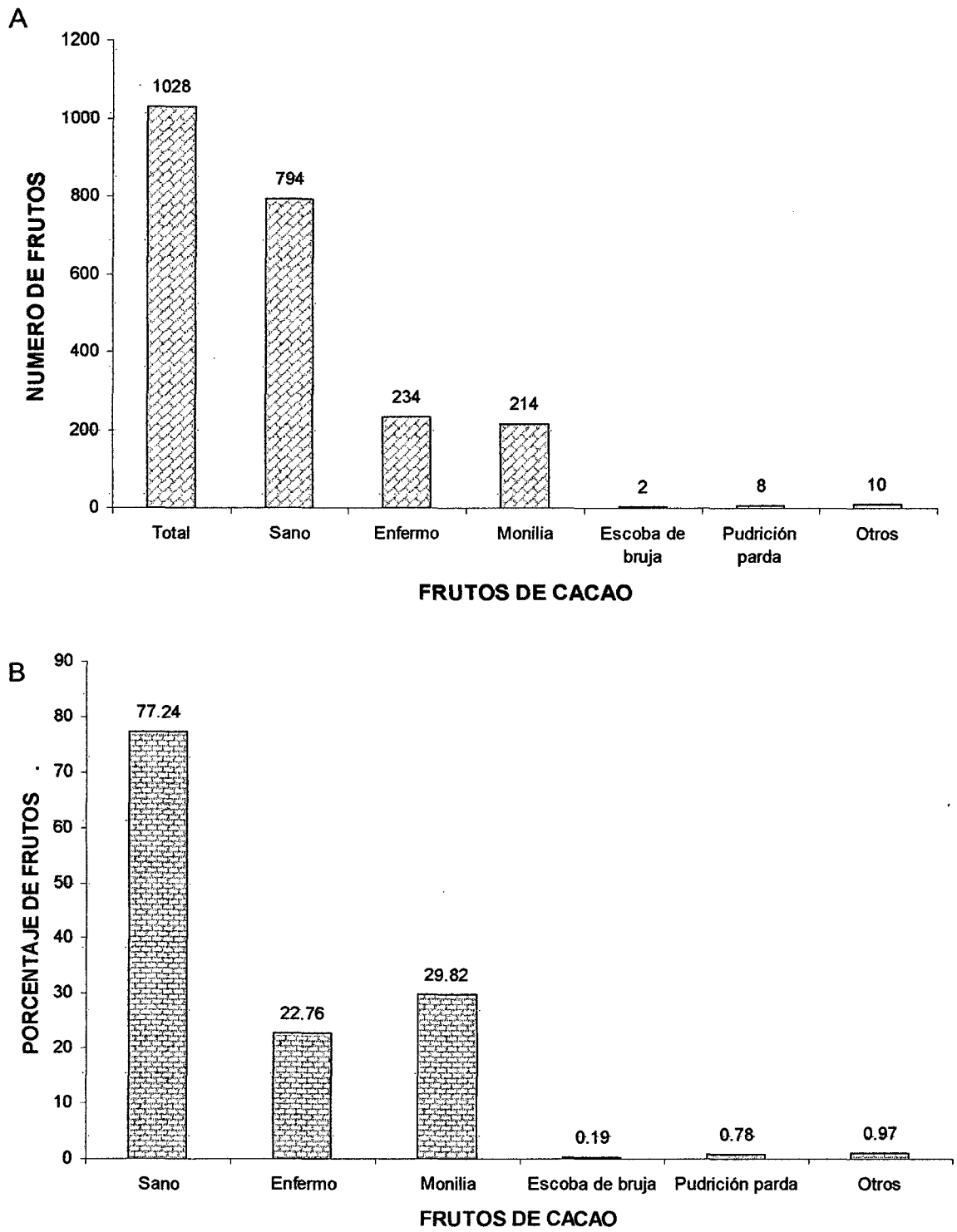
La plantación 6 (P<sub>6</sub>), corresponde a una parcela con un sistema de manejo semi-técnica donde el número total de frutos fue de 2762 y de ellas 2211 frutos fueron sanos con un porcentaje de 80.05% y sólo 552 frutos fueron enfermos con 19.98% de incidencia, de las cuales el número de frutos con monilía fue de 427 haciendo un 15.45% de incidencia, 65 frutos con escoba de bruja con 2.35% de incidencia y 57 frutos con pudrición parda con 2.063% de incidencia. Lo que demuestra que un manejo adecuado de las plantaciones reduce significativamente el porcentaje de incidencia de las enfermedades especialmente el de la moniliasis (Figura 6).



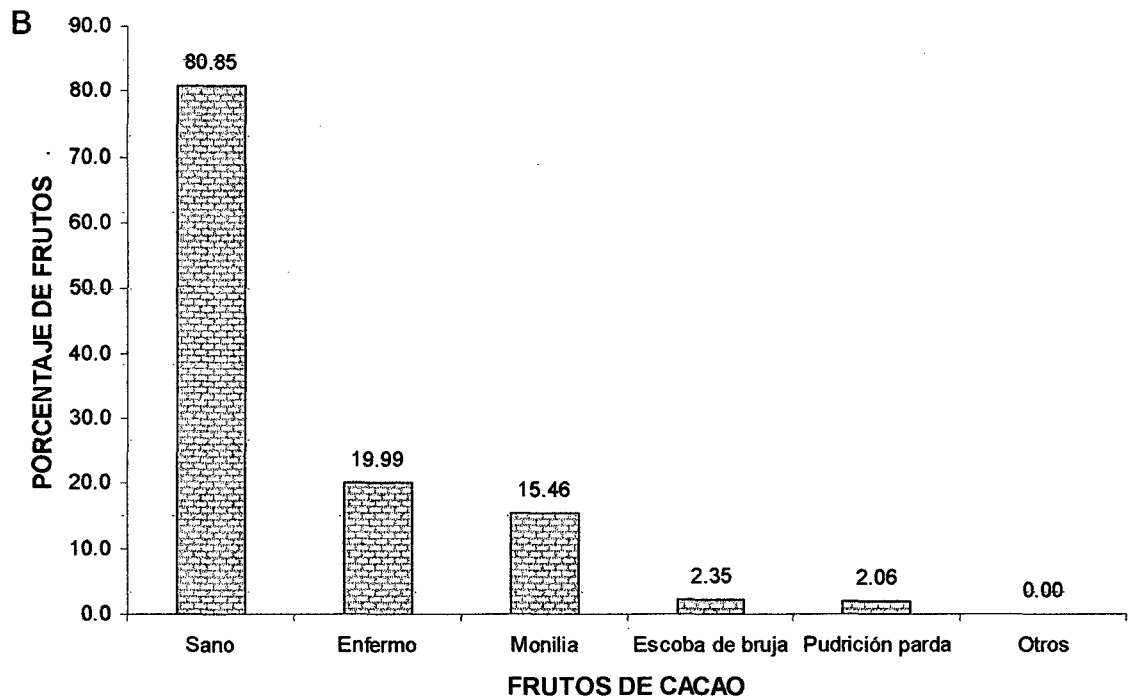
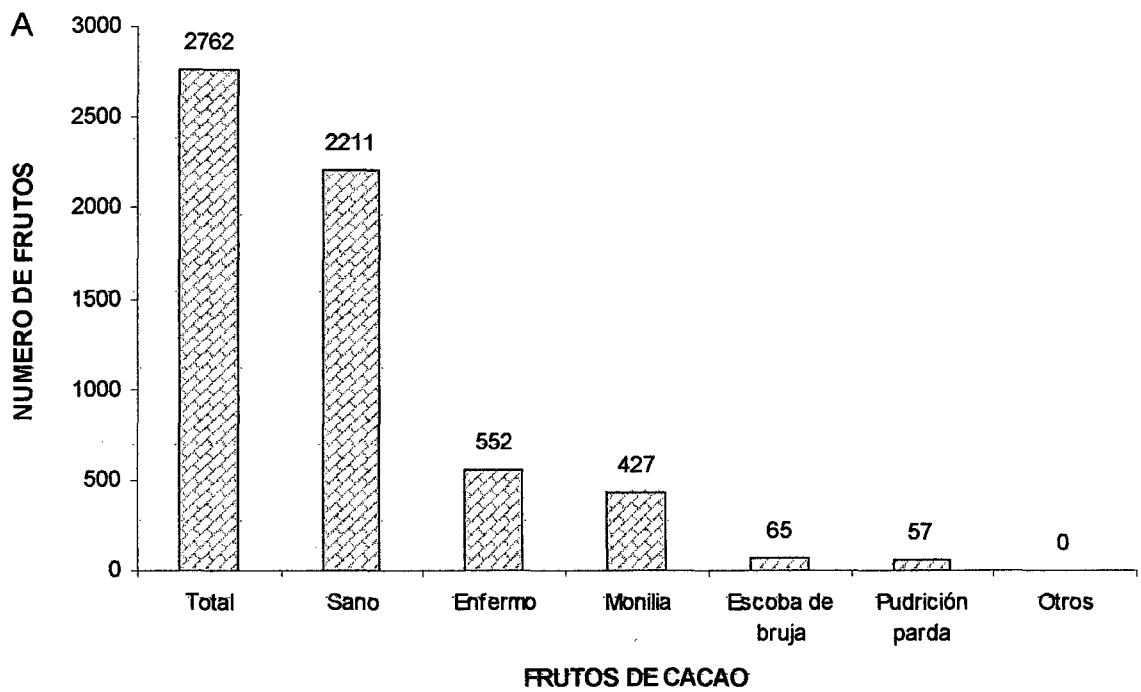
**Figura 3.** Nivel de incidencia de frutos en una plantación tradicional rehabilitado 1 expresada en el número de frutos (A) y porcentaje de frutos (B).



**Figura 4.** Nivel de incidencia de frutos en una plantación tradicional rehabilitado 2 expresada en el número de frutos (A) y porcentaje de frutos (B).



**Figura 5.** Nivel de incidencia de frutos en una plantación tradicional rehabilitado 3 expresada en el número de frutos (A) y porcentaje de frutos (B).



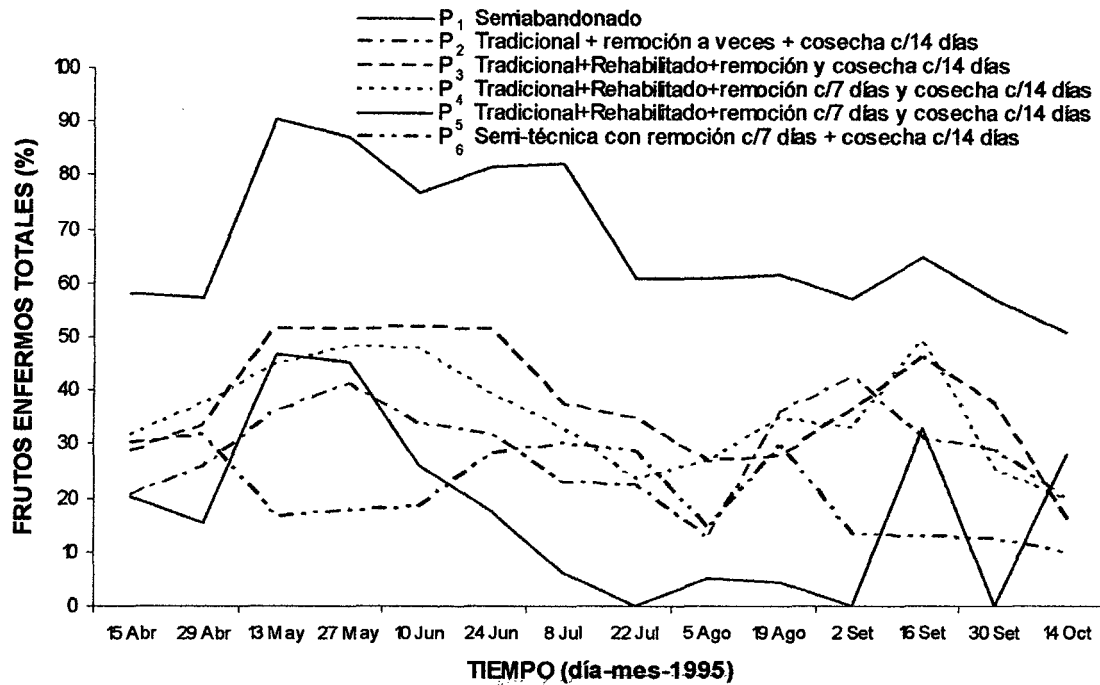
**Figura 6.** Nivel de incidencia de frutos en una plantación semi-técnica expresada en el número de frutos (A) y porcentaje de frutos (B).



**B. Comportamiento del número de frutos enfermos durante el período de evaluación.**

El efecto de las condiciones de manejo, sobre el comportamiento de la incidencia de las enfermedades en frutos fue estudiado. Los valores de incidencia cada 14 días expresados en porcentaje de cada una de estas enfermedades registradas en las 6 plantaciones fueron graficados a través del tiempo obteniéndose las curvas de comportamiento de cada enfermedad. En cuanto al comportamiento de frutos enfermos totales, todas las plantaciones tuvieron un comportamiento diferencial. Las plantaciones P<sub>1</sub>, P<sub>3</sub>, P<sub>4</sub> y P<sub>5</sub> tuvieron un comportamiento similar presentando picos relativamente altos entre los meses de abril a julio y picos menores entre los meses de setiembre a octubre. Sin embargo la plantación P<sub>2</sub> presentó una curva de comportamiento mayor en el mes de setiembre, pero el mayor porcentaje de enfermedad se registra en los meses de abril a julio. Entre tanto la plantación P<sub>6</sub> el mayor pico fue registrado en el mes de julio sin superar a las demás y una leve en el mes de agosto (Figura 7).

El pico de infección más alto de 90.65% de frutos enfermos fue alcanzado en la plantación 1 semi-abandonado, ocurrida en la evaluación 3 (13 de mayo) (Figura 7), producto del estado de conducción. Para la plantación 2 de conducción tradicional y 3 tradicional rehabilitada picos máximos de infección son obtenidos en la evaluación 5 y 6 (junio) con valores de 49.27% Y 51.52% respectivamente. Similar comportamiento pero con un pico menor (41.67%) fue obtenido en la plantación 4.

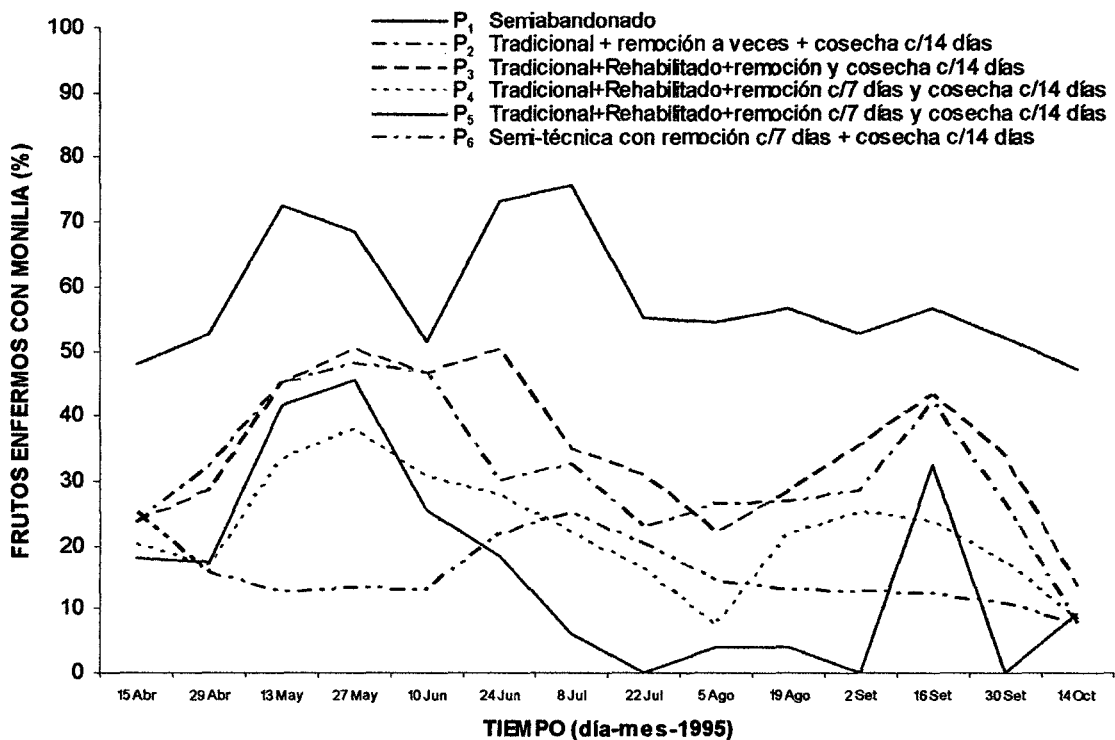


**Figura 7.** Comportamiento de frutos enfermos expresado en porcentaje de frutos totales en las plantaciones con diferente práctica de manejo.

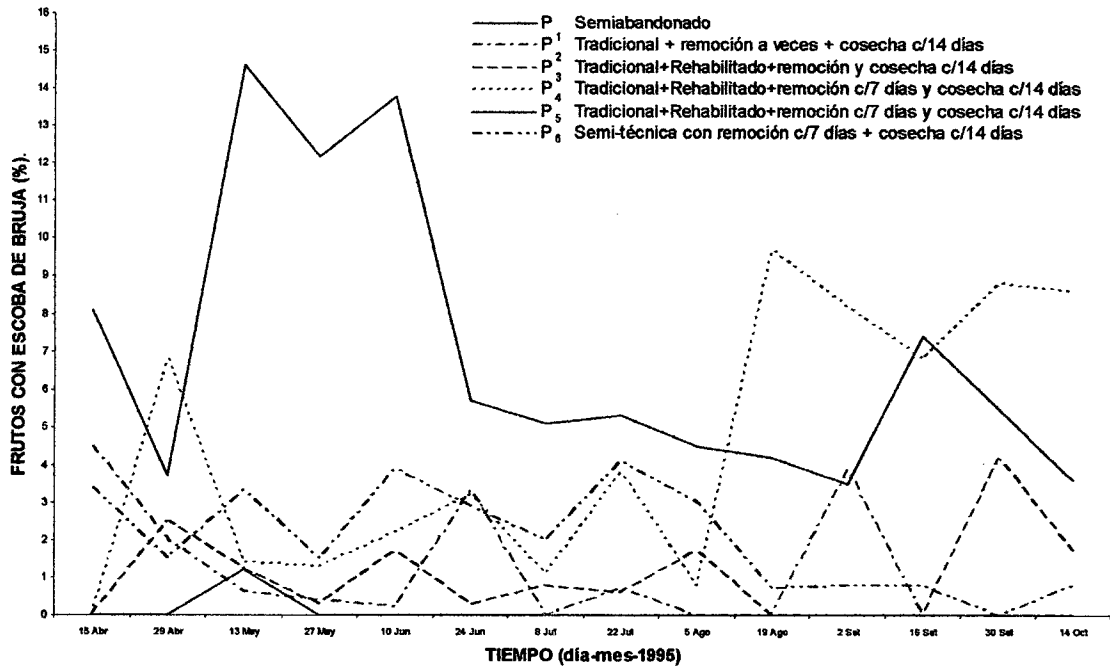
El menor pico se obtuvo en la plantación 5 y ligeramente desfasado de los demás en el mes de julio. La plantación 6 aún cuando el promedio de infección es menor (19.98%), alcanzó un pico mayor en el mes de julio de 30.68%. Diverso factores principalmente de clima que hace variar las épocas de floración y fructificación en la plantación y por otro la existencia de inóculo abundante en la zona puede también hacer variar los diferentes picos de infección.

Del total de enfermedad la moniliasis fue la que mayor porcentaje de incidencia tuvo cuyo comportamiento en las plantaciones fue diferente, teniendo sin embargo el mismo comportamiento que las enfermedades juntas (Figura 8). Así en la plantación 1 semi-abandonada el pico superior alcanzado

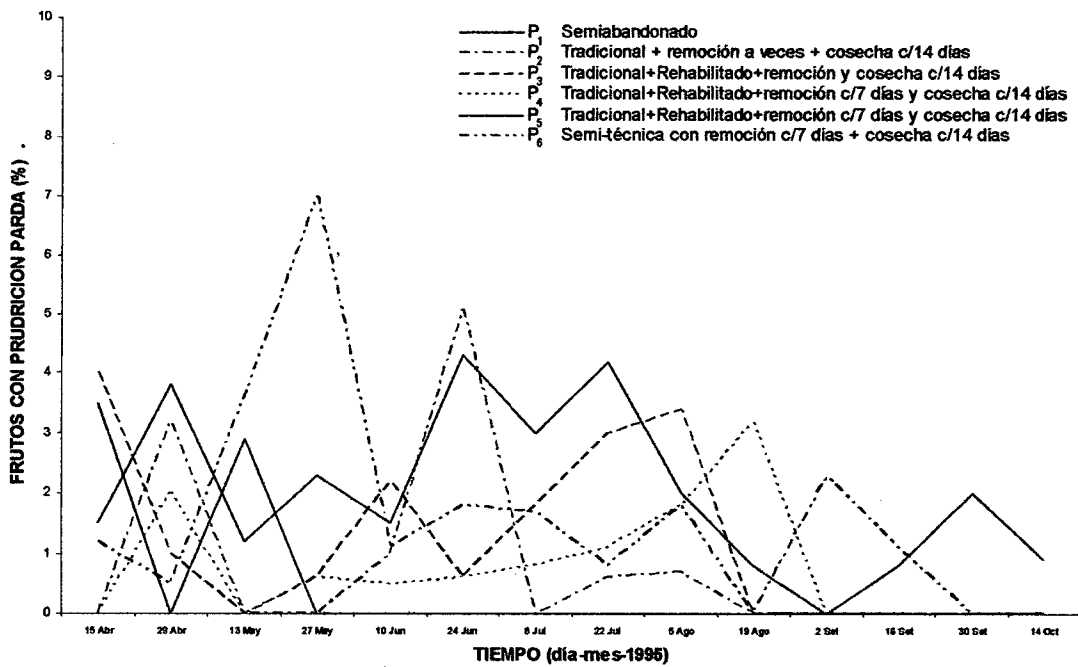
fue en julio con 75%, la plantación 2 y 3 con picos de 48.54% a 50.48% respectivamente, y la plantación 5 en julio con 47.14%. En relación a la escoba de bruja y pudrición parda presentaron comportamientos diferentes, los picos de infección de estas enfermedades fueron bajos (Figura 9, 10). Las mayores infecciones de escoba de bruja entre mayo-junio y setiembre, ocurrió en la plantación semi-abandonada. La infección de la pudrición parda ocurrida en abril y mayo fue muy estacionaria.



**Figura 8.** Comportamiento de frutos enfermos expresado en porcentaje de frutos infectados con moniliasis en las plantaciones con diferente práctica de manejo.



**Figura 9.** Comportamiento de frutos enfermos expresado en porcentaje de frutos infectados con escoba de bruja en las plantaciones con diferente práctica de manejo.



**Figura 10.** Comportamiento de frutos enfermos expresado en porcentaje de frutos infectados con pudrición parda en las plantaciones con diferente práctica de manejo.

**C. Curva y tasa de progreso de la enfermedad y área debajo de la curva de progreso de la enfermedad (ACPE) en frutos de cacao.**

Con los datos de proporción acumulativa de frutos enfermos por cada enfermedad, se ensayaron tres modelos matemáticos, eligiéndose el modelo Gompertz por ajustarse más a las curvas. En este 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 las diferentes plantaciones para los tres parámetros evaluados.

**1. Epidemiología comparativa de la incidencia de frutos enfermos.**

En la Figura 11 son presentados las curvas de progreso y tasas de progreso de frutos enfermos totales (con moniliasis más escoba de bruja y más pudrición parda) en cada una de las plantaciones.

Teniendo en cuenta los valores de proporción de frutos enfermos se observa que la plantación P<sub>1</sub>, es superior a la plantación P<sub>2</sub>, P<sub>3</sub> Y esta superior a la plantación P<sub>4</sub> y P<sub>5</sub> y finalmente estas son superiores a la plantación P<sub>5</sub> y P<sub>6</sub> (Figura 11-I). En relación a la tasa de progreso de frutos enfermos las plantaciones P<sub>1</sub> alcanza una tasa muy superior que los demás plantaciones (Figura 11-II y Cuadro 2).

Analizando las plantaciones P<sub>2</sub>, P<sub>3</sub> y P<sub>4</sub> prácticamente presentan los mismos valores de tasa de infección no diferenciándose entre ellos, de igual manera las plantaciones P<sub>5</sub> y P<sub>6</sub> no presentan diferencias entre ellos alcanzando los valores más bajos (Cuadro 2).

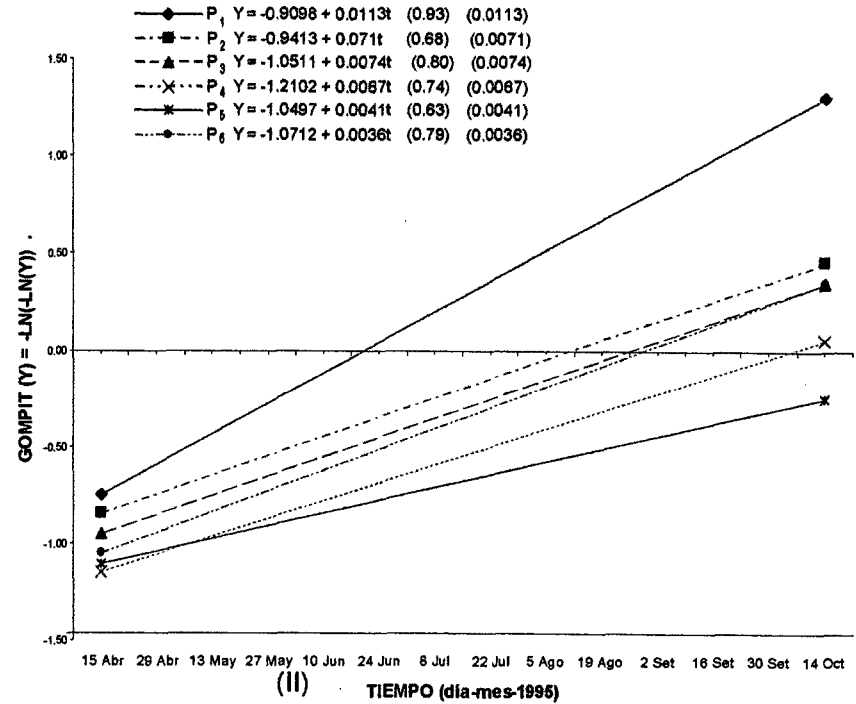
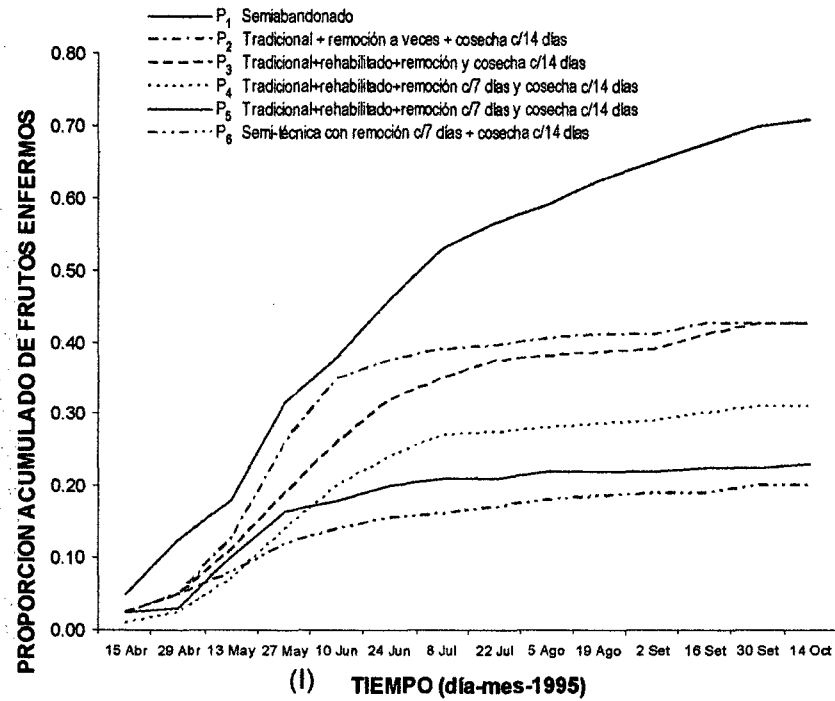


Figura 11. Progreso de frutos enfermos, período abril-octubre 1995 expresado por la proporción de frutos enfermos totales (I datos originales y II datos transformados)

**Cuadro 2.** Valores promedios de la tasa de progreso y el área debajo de la curva de progreso de la enfermedad de moniliasis, escoba de bruja y pudrición parda.

Código	Condición de manejo	Total enfermos		Monilia		Escoba de bruja		Pudrición parda	
		Tasa*	ACPE**	Tasa*	ACPE**	Tasa*	ACPE**	Tasa*	ACPE**
P <sub>1</sub>	Semi-abandonado	0.01131	86.21	0.00959	73.22	0.00305	10.06	0.00256	2.92
P <sub>2</sub>	Tradicional	0.00711	59.19	0.00701	55.27	0.00107	1.50	0.00312	1.29
P <sub>3</sub>	Tradicional Rehabilitado 1	0.00744	53.85	0.00722	50.45	0.00176	1.16	0.00364	1.66
P <sub>4</sub>	Tradicional Rehabilitado 2	0.00670	44.92	0.00675	42.50	0.00288	3.19	0.00327	0.86
P <sub>5</sub>	Tradicional Rehabilitado 3	0.00415	31.73	0.00413	29.58	0.00038	0.31	0.00050	1.33
P <sub>6</sub>	Semi-técnica	0.00362	26.49	0.00379	20.58	0.00193	3.26	0.00201	2.80

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

\*\* Área debajo de la curva de progreso de la enfermedad (ACPE)

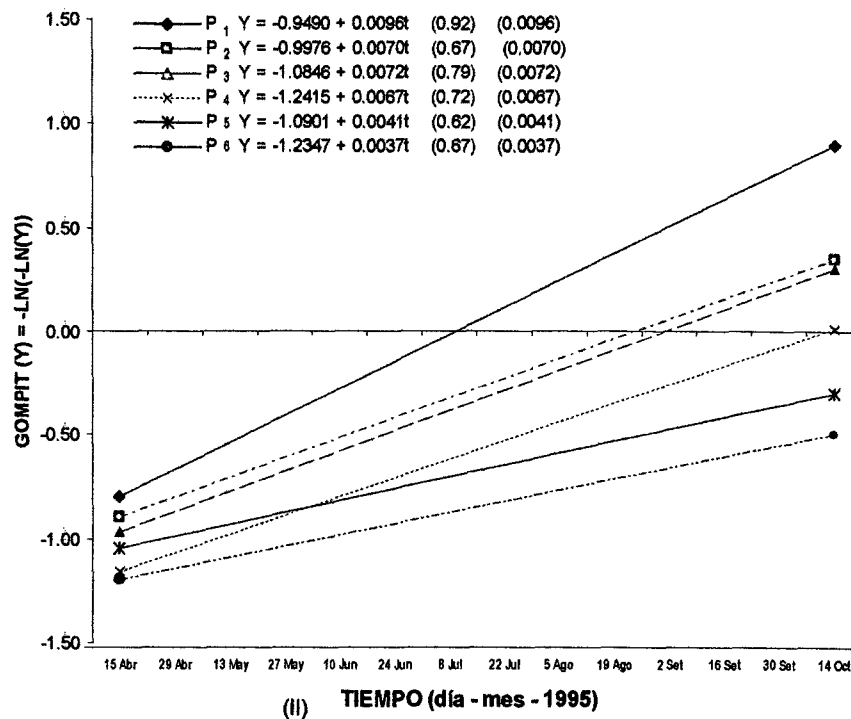
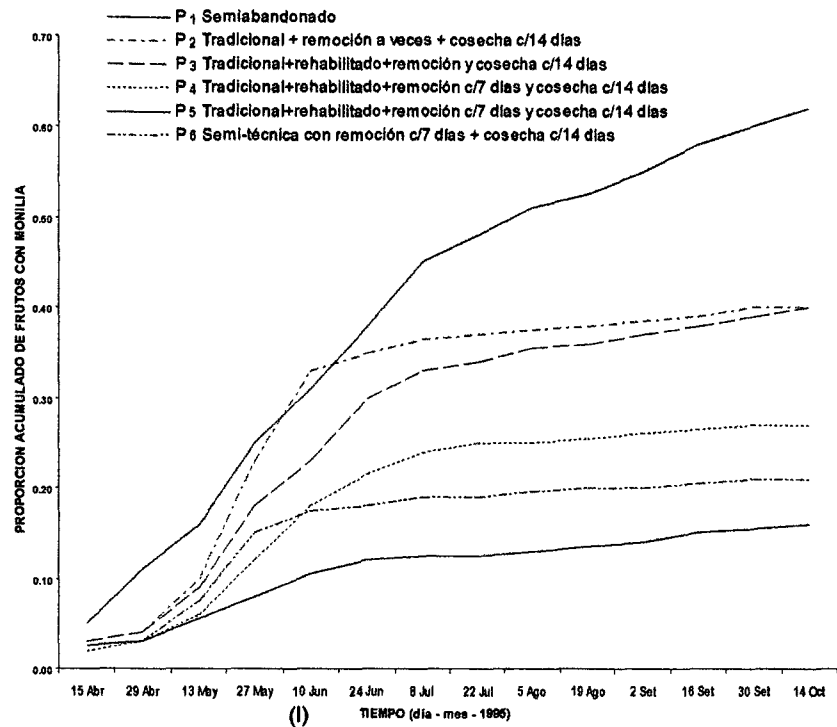
Analizando en base al área debajo de la curva de progreso de la enfermedad la plantación  $P_1$  alcanza un valor muy superior que las demás plantaciones, presentando las plantaciones  $P_5$  y  $P_6$  menores ACPE sin diferir entre ellos. Las plantaciones  $P_2$ ,  $P_3$  y  $P_4$  no difieren entre ellos pero si presentan diferencias con respecto a las plantaciones  $P_1$ ,  $P_5$  y  $P_6$ .

## **2. Epidemiología comparativa de la Incidencia de frutos con moniliasis.**

La proporción acumulativa de frutos con moniliasis tuvieron un comportamiento diferencial donde la plantación  $P_1$  es superior a la plantación  $P_2$  y  $P_3$  y estas son superiores a las plantaciones  $P_4$ ,  $P_5$  y  $P_6$  (Figura 12-I).

Las tasas de progreso de frutos con moniliasis son diferentes. Las plantaciones  $P_5$  y  $P_6$  presentan menores tasas, no diferenciándose entre si, las plantaciones  $P_2$  y  $P_3$  tienen una tasa muy superior y similar, la plantación  $P_1$  presenta una mayor tasa (Figura 12-11, Cuadro 2). Analizando en cuanto al parámetro área debajo de la curva de progreso de la enfermedad, las plantaciones  $P_5$  y  $P_6$  presentan valores menores siendo semejantes. Las plantaciones  $P_2$ ,  $P_3$  y  $P_4$  también presentan ACPE intermedios y similares, en cambio la plantación  $P_1$  presenta un área debajo de la curva demasiado alto siendo mayor que las demás plantaciones por lo tanto la diferencia es superior (Cuadro 2 y Figura 12-II).





**Figura 12.** Progreso de frutos enfermos, período abril-octubre 1995, expresado por la proporción de frutos enfermos con moniliasis (I datos originales, II datos transformados)

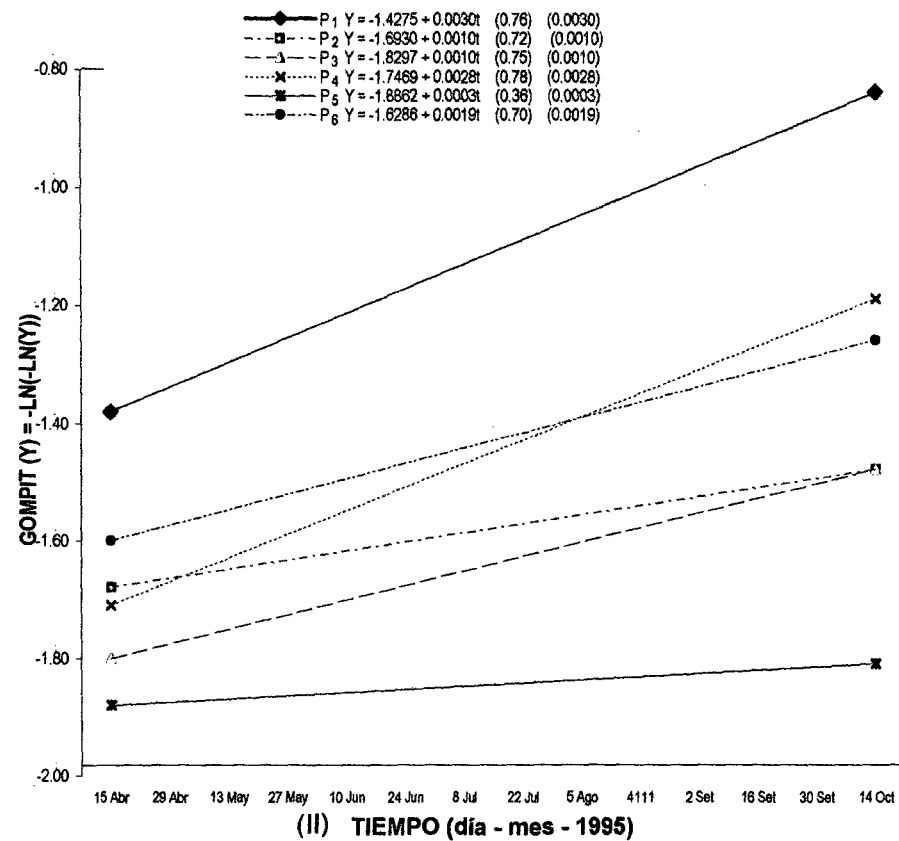
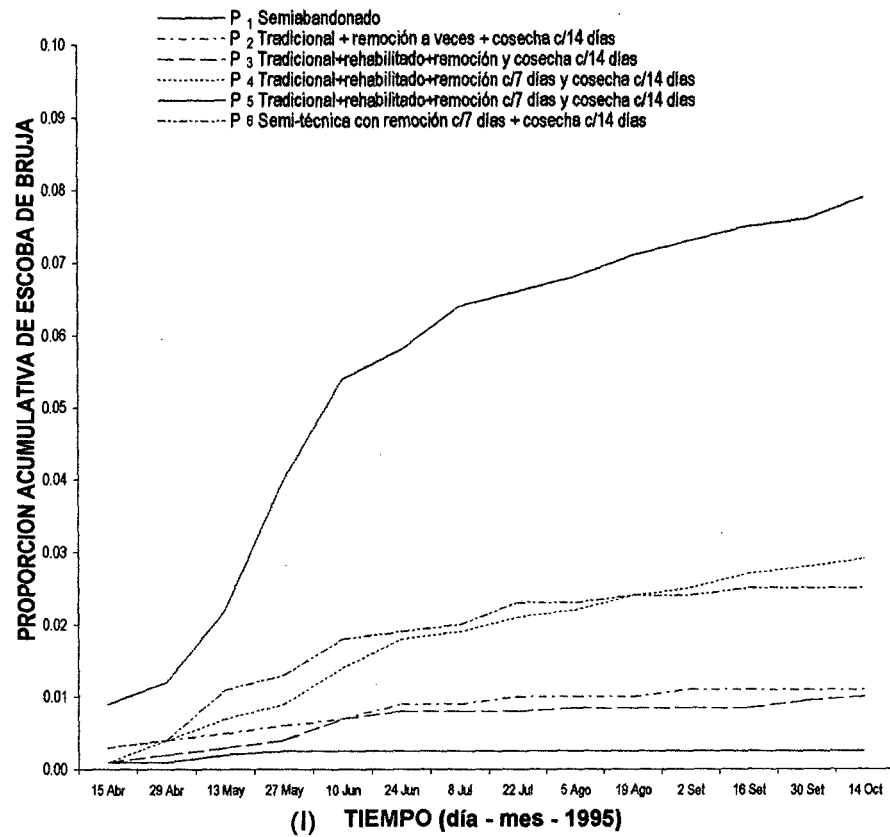
**3. Epidemiología comparativa de la Incidencia de frutos con escoba de bruja.**

En la Figura 13 son presentadas las curvas de progreso y tasas de progreso de frutos con escoba de bruja en cada una de las plantaciones. En base a los valores de proporción de la enfermedad, se observa que las plantaciones P<sub>1</sub>, P<sub>2</sub>, P<sub>3</sub>, P<sub>4</sub> y P<sub>6</sub> son superiores a la plantación P<sub>5</sub> (Figura 13-1).

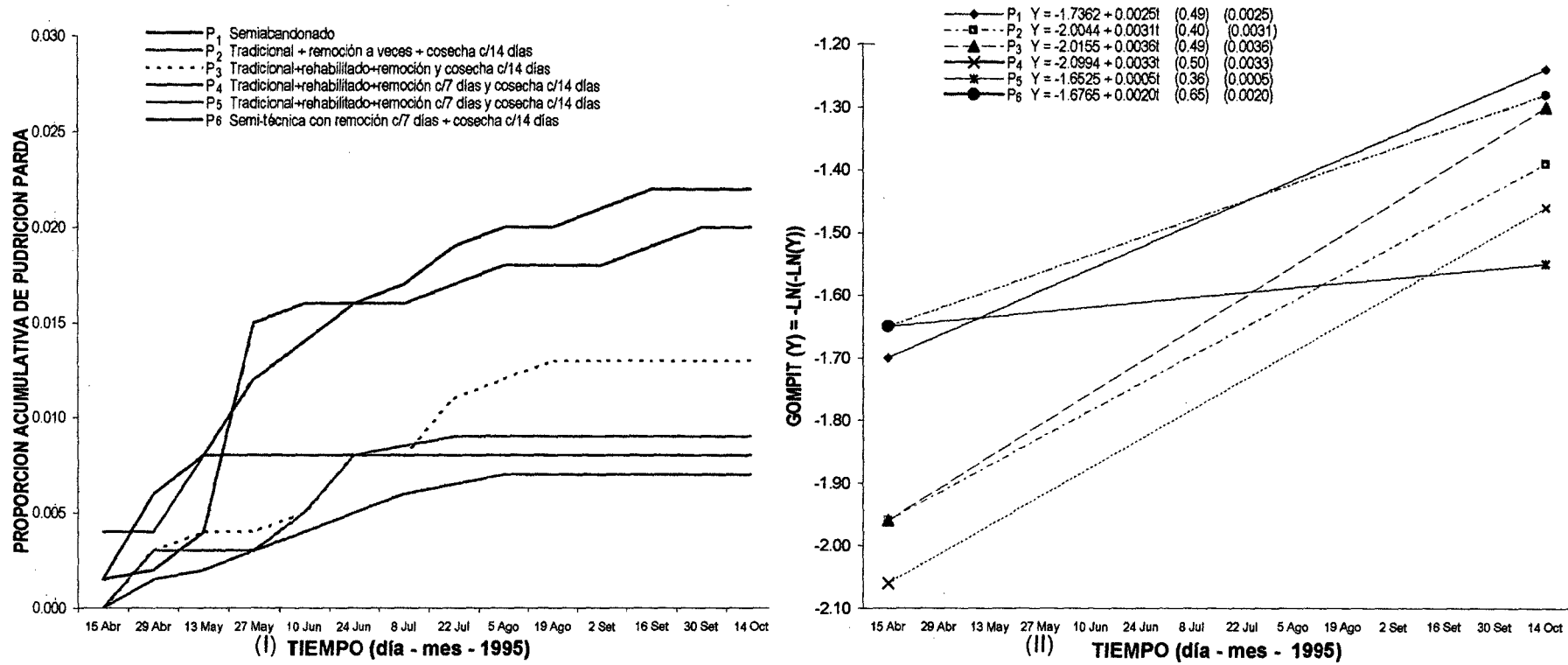
Analizando cada una de las plantaciones, las plantaciones P<sub>1</sub> y P<sub>4</sub> presentaron tasas superiores a las demás plantaciones, la plantación P<sub>2</sub> es la que menor tasa presentó, de igual manera las plantaciones P<sub>3</sub>, P<sub>5</sub> y P<sub>6</sub> presentan semejanzas en cuanto a su tasa (Figura 13 - I, Cuadro 2). En relación al área debajo de la curva del progreso de la enfermedad la plantación P<sub>1</sub> es superior a las demás plantaciones y la plantación P<sub>5</sub> es la que menor ACPE tiene, las plantaciones P<sub>2</sub> y P<sub>3</sub> son semejantes, asimismo las plantaciones P<sub>4</sub> y P<sub>6</sub> tienen ACPE similares (Cuadro 2).

**4. Epidemiología comparativa de la incidencia de frutos con pudrición parda.**

En la Figura 14 son presentadas las curvas de progreso y tasas de progreso de frutos con pudrición parda en cada una de las plantaciones.



**Figura 13.** Progreso de frutos enfermos, período abril-octubre 1995, expresado por la proporción de frutos enfermos con escoba de bruja (I datos originales, II datos transformados)



**Figura 14.** Progreso de frutos enfermos, período abril-octubre 1995, expresado por la proporción de frutos enfermos con pudrición parda (I datos originales, II datos transformados).

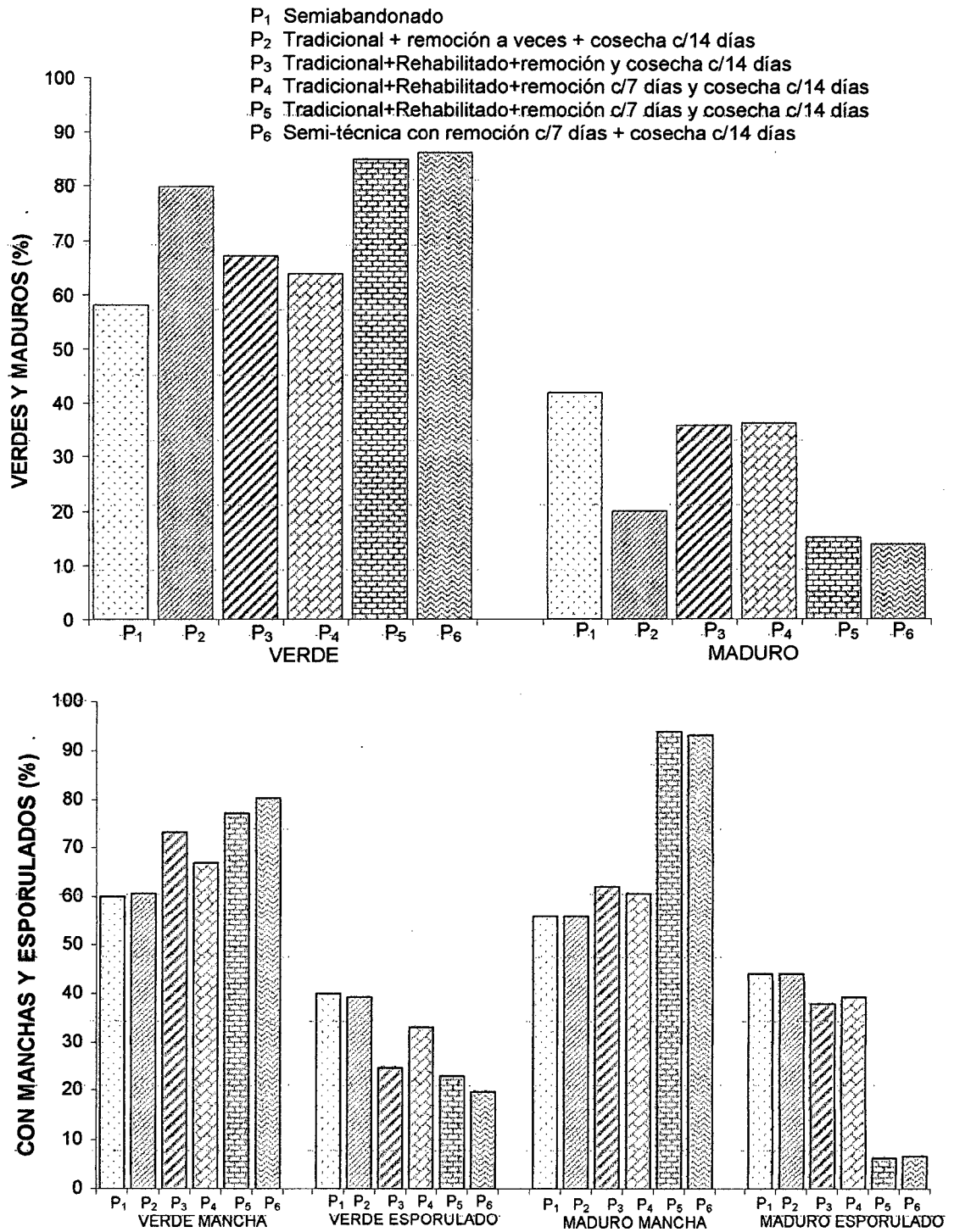
En base a los valores de proporción de enfermedad se observa que las plantaciones P<sub>1</sub>, P<sub>2</sub>, P<sub>3</sub>, P<sub>5</sub> y P<sub>6</sub> son superiores a la plantación P<sub>4</sub> (Figura 14-I), en relación a la tasa de progreso de pudrición parda las plantaciones P<sub>1</sub>, P<sub>3</sub> y P<sub>6</sub> son superiores a las plantaciones P<sub>2</sub>, P<sub>4</sub> y P<sub>5</sub> (Figura 14-II, Cuadro 2). La plantación P<sub>1</sub> presenta una tasa mayor que las demás plantaciones, las plantaciones P<sub>2</sub>, P<sub>3</sub>, P<sub>4</sub> y P<sub>5</sub> registran tasas similares, sin embargo la plantación P<sub>5</sub> presenta una tasa menor en relación a las otras plantaciones encontrándose cierta diferencia. Analizando el área debajo de la curva las plantaciones P<sub>1</sub> y P<sub>6</sub> son superiores a las plantaciones P<sub>2</sub>, P<sub>3</sub>, P<sub>4</sub> y P<sub>5</sub>, las plantaciones P<sub>2</sub>, P<sub>3</sub> y P<sub>5</sub> presentan valores similares y la plantación P<sub>4</sub> fue la que menor ACPE obtuvo (Cuadro 2, Figura 14-II).

#### **D. Incidencia de la Moniliasis en las plantaciones en estudio**

El porcentaje de frutos con moniliasis removidos como frutos verdes en el estado de mancha y con esporulación así como aquellos removidos en frutos maduros en el estado de mancha y esporulación son presentados en el Cuadro 3 y la Figura 15. En todas las plantaciones se observa que en forma diferencial los frutos infectados en estado verde fueron removidos en mayor cantidad que los frutos infectados en estado maduro, así como en ambos casos los frutos con síntoma de mancha fueron removidos en mayor cantidad que los frutos con esporulación. Sin embargo, como demuestra el Cuadro 3 y Figura 15 encontramos diferencias grandes cuando analizamos en cuanto al porcentaje de frutos removidos en estado verde y maduro por efecto del manejo y frecuencia de remoción a que fueron sometidos cada plantación. Así podemos observar que en la plantación 1 el 57.99% de frutos fueron removidos en

estado verde y el 42.0% en estado maduro. En la plantación 2 el 79.9% de frutos con moniliasis se removieron en estado verde y el 20.0% en estado maduro. En la plantación 3 y 4 los frutos verdes fueron removidos en 67 y 63% y los frutos en estado maduro en 32 y 36% respectivamente, índices de remoción más altos fueron encontrados en el estado verde en estas plantaciones que en la plantación 1, que no recibió manejo y que solamente por efectos de evaluación tuvo remoción de frutos enfermos. En la plantación 5 y 6 se observa una diferencia grande entre los frutos removidos en estado verde que fue mayor (85.0 y 86.18%) que los frutos removidos en estado maduro (14.95 y 13.81%) respectivamente (Figura 15).

Analizando el efecto de la remoción de frutos infectados con moniliasis en estado de mancha y esporulación dentro de cada tipo de fruto (verde y maduro), en la mayoría de las plantaciones un mayor porcentaje de frutos fueron removidos en estado de mancha. Mientras que en la plantación 1 entre el 55 y 60% de frutos fueron removidos en estado de mancha, en las plantaciones 2, 3 y 4 estos porcentajes estuvieron entre 60 a 75%, ligeramente superior, en cambio en las plantaciones 5 y 6 las remociones se sitúan entre el 76 y 80% de frutos con mancha en el estado verde y 93% de frutos con mancha en el estado maduro, significando que el manejo a que fueron sometidos estas plantaciones permiten detectar frutos infectados con moniliasis tempranamente y removiéndola aún en estado de mancha (Figura 15).



**Figura 15.** Cambios en el porcentaje de frutos enfermos con moniliasis cosechados en estado verde y maduro y porcentaje de frutos cosechados en estado de mancha y esporulados en las diferentes plantaciones en estudio durante 1995.

**Cuadro 3.** Incidencia de moniliasis expresado en porcentaje de frutos enfermos de cacao en las plantaciones en estudio.

Código	Condición de manejo	Porcentaje de frutos con moniliasis						
		Total monilia	Verde total	Verde mancha	Verde esporulado	Maduro total	Maduro mancha	Maduro esporulado
P <sub>1</sub>	Semi-abandonado	61.05	35.40	21.24	14.16	25.64	14.31	11.33
P <sub>2</sub>	Tradicional	39.57	31.61	19.17	12.44	7.94	4.43	3.51
P <sub>3</sub>	Tradicional Rehabilitado 1	39.61	26.57	20.00	6.57	13.03	8.11	4.92
P <sub>4</sub>	Tradicional Rehabilitado 2	27.16	19.84	11.61	5.70	9.13	5.97	3.16
P <sub>5</sub>	Tradicional Rehabilitado 3	20.82	17.69	13.61	4.08	3.1	2.91	0.19
P <sub>6</sub>	Semi-técnica	15.45	13.32	10.68	2.64	2.13	1.99	0.14



## **E. Producción.**

### **1. Peso de almendra húmeda y seca por parcela.**

La producción obtenida en el trabajo se presenta en el Cuadro 4, en la que se puede observar que existen diferencias entre las plantaciones referentes al peso de almendras húmedas y secas por plantación. Las plantaciones P<sub>2</sub>, P<sub>3</sub> y P<sub>4</sub> alcanzan producciones intermedias y difieren de la plantación P<sub>1</sub> y P<sub>5</sub> que presentan el menor peso de almendra húmeda; en cambio la plantación P<sub>1</sub> es el que mayor peso húmedo obtuvo (Cuadro 4). Con respecto al peso de almendras húmedas de los frutos enfermos no se observan diferencias grandes entre las plantaciones, siendo pequeña la recuperación de almendras de frutos infectados.

**Cuadro 4.** Peso de Almendra en estado húmedo, seco y nivel de daño expresado en reducción en rendimiento.

Código	Condición de manejo	Peso (kg/parcela)				Reducción estimada de peso de almendra (%)
		Almendra húmeda		Almendra seca		
		Total (S+E)	Total sano	Total enferma	Total (S+E)	
P <sub>1</sub>	Semi-abandonado	37.80	32.21	5.59	15.12	65.98
P <sub>2</sub>	Tradicional	57.06	53.10	3.96	22.82	38.15
P <sub>3</sub>	Tradicional rehabilitado 1	78.18	71.15	7.03	31.27	36.60
P <sub>4</sub>	Tradicional rehabilitado 2	116.91	109.66	7.25	46.76	26.19
P <sub>5</sub>	Tradicional rehabilitado 3	37.80	32.21	5.59	15.12	17.31
P <sub>6</sub>	Semi-técnica	254.30	243.25	11.05	101.72	16.34

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

**2. Nivel de daño estimado, expresado en reducción en rendimiento de peso de almendras.**

En el cuadro 4 se presentan los resultados referentes a la reducción estimada de peso de almendras húmedas por plantación variando según la condición de manejo y existiendo diferencias entre ellos. La reducción es mayor en condiciones de manejo semi-abandonado y menor en condiciones de manejo semi-técnico. La plantación P<sub>1</sub> presenta una reducción de peso de almendra húmeda de 65.98% muy superior a las reducciones registradas en las demás plantaciones. Las reducciones registradas en las plantaciones P<sub>2</sub>, P<sub>3</sub> Y P<sub>4</sub> son de 38.15%, 36.60% Y 26.19% no existiendo grandes diferencias, en cambio estas plantaciones si difieren de las plantaciones P<sub>5</sub> y P<sub>6</sub> que son las que alcanzan valores de 17.31 y 16.14% de reducción estimada de peso de almendra.

En general cuanto más descuidados estén las plantaciones mayores son las reducciones de peso de almendra. En este sentido el análisis de correlación efectuada entre los parámetros; total frutos cosechados, frutos sanos, frutos enfermos totales, peso total y frutos infectados con monilia, obtuvimos una alta correlación entre mayor incidencia mayor perdida de frutos, baja producción y mayor reducción de peso de almendra (Cuadro 5).

**Cuadro 5.** Correlación simple de producción expresado en número total de frutos cosechados (TFC), número de frutos sanos (FS), peso de almendra húmeda (PAH), incidencia de enfermedades expresado en porcentaje de frutos enfermos totales (FET), porcentaje de frutos enfermos con moniliasis (FEM) y nivel de daño estimado expresado en porcentaje de reducción de peso de almendra húmeda (RPAH).

Plantación	Producción			Incidencia		Reducción	
	TFC	FS	PAH	FET	FEM	RPAH	
TFC	P <sub>1</sub>	1.00					
	P <sub>2</sub>	1.00					
	P <sub>3</sub>	1.00					
	P <sub>4</sub>	1.00					
	P <sub>5</sub>	1.00					
	P <sub>6</sub>	1.00					
FS	P <sub>1</sub>	0.41	1.00				
	P <sub>2</sub>	0.99	1.00				
	P <sub>3</sub>	0.97	1.00				
	P <sub>4</sub>	0.98	1.00				
	P <sub>5</sub>	0.95	1.00				
	P <sub>6</sub>	0.97	1.00				
PAH	P <sub>1</sub>	0.75	0.75	1.00			
	P <sub>2</sub>	0.25	0.23	1.00			
	P <sub>3</sub>	0.56	0.69	1.00			
	P <sub>4</sub>	0.87	0.89	1.00			
	P <sub>5</sub>	0.56	0.75	1.00			
	P <sub>6</sub>	0.95	0.99	1.00			
FET	P <sub>1</sub>	0.94	0.14	0.58	1.00		
	P <sub>2</sub>	0.99	0.97	0.14	1.00		
	P <sub>3</sub>	0.97	0.90	0.41	1.00		
	P <sub>4</sub>	0.96	0.93	0.76	1.00		
	P <sub>5</sub>	0.76	0.52	-0.16	1.00		
	P <sub>6</sub>	0.93	0.86	0.85	1.00		
FEM	P <sub>1</sub>	0.94	0.18	0.60	0.99	1.00	
	P <sub>2</sub>	0.98	0.96	0.30	0.99	1.00	
	P <sub>3</sub>	0.96	0.88	0.41	0.99	1.00	
	P <sub>4</sub>	0.97	0.92	0.76	0.99	1.00	
	P <sub>5</sub>	0.75	0.53	-0.02	0.99	1.00	
	P <sub>6</sub>	0.93	0.85	0.84	0.99	1.00	
RPAH	P <sub>1</sub>	0.33	-0.90	-0.21	0.90	0.83	1.00
	P <sub>2</sub>	0.67	-0.76	-0.20	0.76	0.77	1.00
	P <sub>3</sub>	0.50	-0.92	-0.13	0.92	0.92	1.00
	P <sub>4</sub>	0.43	-0.95	-0.14	0.95	0.84	1.00
	P <sub>5</sub>	0.17	-0.86	-0.22	0.86	0.78	1.00
	P <sub>6</sub>	-0.17	-0.84	-0.22	0.84	0.84	1.00

## V. DISCUSION

Los sistemas de evaluación de enfermedades en los diferentes cultivos, así como la cuantificación de los niveles de daños sean estas expresados en el porcentaje de pérdidas de frutos o almendras como en el cacao, se pueden ejecutar a través de experimentos que para tal fin son planificados a través de reconocimientos o "Survey" en plantaciones establecidos (James, 1983).

Es reconocido que las plantaciones existentes en el ámbito de Tingo María difieren en cuanto a material genético, condiciones edáficas, densidad de siembra y principalmente en la conducción o sistemas de manejo y/o atención en la ejecución de prácticas agronómicas. Bajo este enfoque el estudio efectuado sobre todo evaluó este último factor y aún cuando algunos otros factores pueden haber influenciado, los resultados y discusiones del estudio están basados en resaltar la alta relación directa entre el nivel de incidencia y la conducción del cultivo de cacao demostrada en el trabajo.

### **A. Del nivel de incidencia expresado en porcentaje de frutos enfermos, curva de comportamiento, tasa de infección y área debajo de la curva de progreso de la enfermedad**

Analizando en forma conjunta el nivel de incidencia de las enfermedades que infectan frutos en cacao según la condición de manejo de las plantaciones a que son sometidos, se encontró una diferencia directa entre la condición de manejo esto es a conducción inadecuado del cacao mayor es la incidencia de enfermedades. Así la plantación 1, que no recibió manejo y clasificado como semi-abandonado, presentan infecciones de entre 56.87 a 90.65% de frutos

enfermos, con un pico más alto de 90.65% haciendo un promedio de 71.01% de enfermedad (Figura 1). Bajo estas condiciones de conducción de una plantación los niveles son muy altos e imposible de obtener rendimientos adecuados. Resultados en otros países han demostrado esta relación (Aranzazu, 1986; Evans *et al*, 1977; Fundación Panamericana para el Desarrollo, 1987 y Rondon, 1985) dependiendo del análisis situacional de cada plantación. En estas condiciones un programa de rehabilitación o mejor renovación se hace imprescindible.

Actualmente en esta plantación la moniliasis es la responsable de las mayores infecciones de frutos ocurridos en el período en estudio (61.05%) representando 85.96% del total de frutos enfermos (Figura 1). El pico de mayor infección alcanza porcentajes de 75.57% y presenta un comportamiento definido de mayor infección entre mayo a julio (Figura 8). La plantación 1 también alcanza tasas de infección muy altas de 0.0113 y 0.0095 y un ACPE muy elevado de 86.21 y 73.22 para frutos enfermos y moniliasis respectivamente (Cuadro 2, Figura 11). Bajo estos parámetros también nos demuestra que una plantación semi abandonada que no recibe ningún manejo, aquellos agricultores "cosecheros" como son definidos en Costa Rica (Fundación Panamericana para el Desarrollo, 1987), existen sucesivas reinfecciones de los frutos que aparecen, haciendo que el progreso de la enfermedad se incremente (Figuras 11-a y 12-a).

En la plantación alcanzó niveles de incidencia de alrededor de 8% de frutos infectados por escoba de bruja (Figura 1) con incidencia de entre 3.48 a 14.39% entre los meses de mayo a setiembre (Figura 9). Tasas de infección (0.0031) y valores de ACPE (10.06) fueron menores a las ocurridas con

moniliasis en esta plantación (Cuadro 2, Figura 13). Los resultados aquí presentados demuestran una alta prevalencia de las infecciones en frutos por moniliasis cuando comparando con escoba de bruja. Esto es lo que vienen observando casi en forma generalizada en los cacaotales de nuestro ámbito que no presentan manejo aún con los con manejo (Ríos, 1995). Una situación ahora diferente de 10 que ocurrió hace algunos años cuando no existía moniliasis en la zona de Tingo María, donde según Ríos (1993) el principal patógeno era escoba de bruja y alcanzaba también de entre 60 a 80% de frutos enfermos. Algunos otros estudios en la zona así lo han demostrado (Cotache, 1992; Chávez, 1990 y Valderrama, 1990). Los resultados de este trabajo demuestran que la situación ha cambiado y más estudios comparativos, biológicos, epidemiológicos y de control son necesarios a fin de relacionar estas dos enfermedades incidencia de estas enfermedades combinadas son también citadas en otros países (Aranzazu, 1986 y Evans *et al*, 1977).

Incidencias bien menores entre 0 a 7.12% y promedio de 2.17% (Figura 1) ocurridas entre abril a mayo (Figura 10) alcanzó los frutos infectados por pudrición parda siendo su incidencia menores y estacionarios dependiendo del período lluvioso. Medidos en base a tasa (0.025) y ACPE (2.92) también así lo demuestran (Cuadro 2 y Figura 14). Menores incidencias, y de ocurrencia estacionarias ya fue reportado por Ríos (1993), Chávez (1990), Cotache (1992) en la zona de Tingo María para esta enfermedad.

La plantación 2 con un sistema de manejo tradicional al estilo del productor presentó infecciones entre 19.048% a 50% de frutos enfermos, con un pico más alto de 50% (Figura 7) haciendo un promedio de 42.42% del total de frutos enfermos (Figura 2). Un porcentaje similar del total de frutos enfermos

(42.3%) (Figura 3) con rangos que van entre 16.36% a 51.52% ocurridas entre los meses de mayo a Julio (Figura 7), es obtenido por la plantación tradicional que más recientemente se efectuó una poda de rehabilitación y efectúan una remoción de frutos sanos y enfermos cada 14 días (plantación 3). Plantaciones conducidas en forma tradicional como el agricultor conduce y las plantaciones que fueron conducidos tradicionalmente y que recibieron una poda de rehabilitación pero aún el productor le dedica poco tiempo y con poca frecuencia realiza las labores agrícolas y remoción de frutos enfermos, los promedios de infección son del orden del 40%, promedio considerado en forma general. En plantaciones en este estado es necesario un programa de rehabilitación con renovación parcial. En la plantación 2 y 3 (Figura 2 y 3). Las mayores infecciones son debido a la moniliasis de entre 9.52 a 48.54% con promedio de 39.57% ocurrida entre mayo y julio representando el 93.22% del total de la enfermedad (Figura 8).

Cuando evaluados en base a la tasa de infección los valores fueron altos para frutos enfermos (0.0071 y 0.007) y moniliasis (0.0070 y 0.0072) y del mismo modo para ACPE (59.19 y 53.85) para la plantación 2 y 3 respectivamente (Cuadro 2, Figura 11 y 12).

El porcentaje de incidencia de frutos enfermos con escoba de bruja fueron insignificantes tanto para la plantación 1 y 2 (1.0% y 0.96% en promedio). Del mismo modo los valores de pudrición parda son también muy bajos (Figuras 2, 3, 9, 10, 13 y 14).

En las plantaciones 2 y 3 de conducción de manejo tradicional o tradicional rehabilitado pero sin manejo adecuado ocurren altas incidencias de frutos enfermos (42%) siendo moniliasis la responsable de este total (39.5%).



En la mayoría de los casos sea esta una plantación tradicional o que haya recibido una poda inicial, el productor le presta poca atención de manejo en cuanto a remoción de frutos enfermos como la práctica de remoción cada 14 días, que no es eficiente para efectuar un control de la moniliasis principalmente. Aun cuando la práctica de remoción en la reducción del inóculo ha sido demostrado ser eficiente, si esta no se realiza eficientemente y con la regularidad debida, no se obtienen resultados adecuados de control (Ríos, 1995). Otro factor es que las plantaciones en estudio siempre estuvieron rodeados de otras plantaciones, que reciben manejo tradicional, las mismas que son proveedoras de fuentes de inóculo y consecuentemente de alta incidencia de frutos enfermos.

La plantación 4 con un sistema de manejo tradicional que recibió una poda de rehabilitación y se efectuó una remoción de frutos enfermos cada 7 días alcanzó infecciones de entre 11.93% a 40.32% de frutos enfermos con un pico más alto de 40.32% ocurrida en el mes de mayo, alcanzando un 30.78% de frutos enfermos en promedio (Figura 4 y 7). La casi totalidad de esta infección es debido a moniliasis (27.16%) (Figura 4 y 8), alcanzando tasas de infección de 0.0067 y ACPE de 42.50 aún altos (Cuadro 2 y Figuras 11 y 12).

Plantaciones que reciben una poda de rehabilitación y a seguir un programa de remoción continuas de frutos enfermos principalmente infectadas por moniliasis pueden alcanzar niveles de entre 11.93 a 41.67% con promedio de 30.78% de frutos enfermos como lo encontrado en la plantación 4. Aun cuando practicado la reducción de inóculo a través de la remoción de frutos enfermos, las infecciones aún son consideradas altas que de pronto no cubren los costos de las labores practicados debidos posiblemente a las infecciones

latentes ya existentes y otros factores que ameritan estudios de epidemiología y estrategias de control y de costo beneficio. Como en las plantaciones ya analizados, la plantación 4 presentan bajos promedios de incidencia de frutos infectados por escoba de bruja (2.86%) y de podredumbre parda (0.68%) (Figura 4, 9, 10) así como valores pequeños de tasa de infección y ACPE (Figura 13 y 14).

La plantación 5 con un sistema de manejo tradicional pero que ha recibido una poda de rehabilitación sucesiva por más de un año agrícola según las recomendaciones técnicas y efectúa la remoción de frutos enfermos cada 7 días alcanzó infecciones de 0% a 47% de frutos totales enfermos con un promedio de 22.76% (Figura 5, 7). Un porcentaje casi similar del total de frutos enfermos (19.98%, Figura 6) con rangos que van de entre 12.5% a 30.68% ocurridos en los meses de mayo a junio (Figura 7) es obtenida por la plantación semi-técnica, plantación joven con poda de producción y fitosanitaria todos los años, así como remoción de frutos enfermos cada 7 días (plantación 6). Plantaciones de cacao en la región donde se viene practicando un programa fitosanitario en el control de enfermedades, como los señalados en la plantación 5 y 6, los promedios de infección son del orden del 20% significando un 250% menos que la obtenida en una plantación semi abandonado y un 100% menos que el promedio de infección general de productores que conducen su cacao en forma tradicional (Ríos 1995).

Los mayores porcentajes de infección corresponden a la infección de frutos con moniliasis en la plantación 5 y 6. Entre tanto mientras que en la plantación 5 alcanza 20% de frutos con moniliasis y poca escoba de bruja (figura 5) en la plantación 6, la moniliasis tan sólo alcanza 15% de frutos

infectados más con un 2.35% de frutos infectados por escoba de bruja y 2.06% de podredumbre parda (Figura 6). Cambios que deben ser esperados debido a la heterogeneidad de las plantaciones y las ubicaciones de las fuentes de inóculo vecinas más próximas. Una plantación bajo las condiciones de manejo semi-técnica alcanza entre 15% a 20% de infección de frutos entre la asociación moniliasis y escoba de bruja y pueden considerarse como de aceptable manejo, habiéndose reducido grandemente el porcentaje de frutos que se pierden. Entre tanto, son necesarios la instalación de nuevos experimentos de evaluación de pérdida de cosecha y de costo-beneficio para validar eficientemente estas prácticas de manejo ahora definidos.

La eficiencia de la práctica de rehabilitación continua acompañada de la remoción de frutos también en forma sucesiva reduce el inóculo sucesivamente y con ello el nivel de frutos infectados (Ríos, 1995).

#### **B. De la incidencia de la moniliasis en las plantaciones en estudio**

Las condiciones de manejo en las plantaciones de cacao, tienen diferente efecto en el nivel de incidencia de la moniliasis y de sus efectos en los diferentes tipos de frutos y síntomas de moniliasis removidos durante el período de evaluación. En todas las plantaciones se observa que en forma diferencial los frutos infectados en estado verde fueron removidos en mayor cantidad que los frutos infectados en estado maduro, así como en ambos casos los frutos con síntoma de mancha fueron removidos en mayor cantidad que los frutos con esporulación. Esto se debe al patrón de remoción a que las plantaciones han sido sometidas para efectos de evaluación del trabajo, que consistió en la remoción de frutos enfermos ya sea en las frecuencias de 14 a 7 días.

Contado, como demuestra el Cuadro 3 y Figura 15 encontramos diferencias grandes cuando analizamos en cuanto al porcentaje de frutos removidos en estado verde y maduro por efecto del manejo y frecuencia de remoción a que fueron sometidos cada plantación. Así podemos observar que en la plantación 1 el 57.99% de frutos fueron removidos en estado verde y el 42.0% en estado maduro. En la plantación 2 el 79.9% de frutos con moniliasis se removieron en estado verde y el 20.0% en estado maduro. En la plantación 3 y a los frutos verdes fueron removidos en 67 y 63% Y los frutos en estado maduro en 32 y 36% respectivamente.

Índices de remoción más altos fueron encontrados en el estado verde en estas plantaciones que en la plantación 1, que no recibió manejo y que solamente por efectos de evaluación tuvo remoción de frutos enfermos. En la plantación 5 y 6 se observa una diferencia grande entre los frutos removidos en estado verde que fue mayor (85.0 y 86.18%) que los frutos removidos en estado maduro (14.95 y 13.81%) respectivamente (Figura 15); representando esta situación el efecto de la remoción de frutos continuos y a frecuencias de 7 días de encontrar frutos infectados aun en estado verde.

Analizando el efecto de la remoción de frutos infectados con moniliasis en estado de mancha y esporulación dentro de cada tipo de fruto (verde y maduro), en la mayoría de las plantaciones un mayor porcentaje de frutos fueron removidos en estado de mancha, también producto del efecto de remoción a que fueron sometidos las plantaciones. Mientras que en la plantación 1 entre el 55 y 60% de frutos fueron removidos en estado de mancha, en las plantaciones 2, 3 y 4 estos porcentajes estuvieron entre 60 a 75%, ligeramente superior, en cambio en las plantaciones 5 y 6 las remociones

se sitúan entre el 76 y 80% de frutos con mancha en el estado verde y 93% de frutos con mancha en el estado maduro, significando que el manejo a que fueron sometidos estas plantaciones permiten detectar frutos infectados con moniliasis tempranamente y removiéndola en estado de mancha (Figura 15).

Estos resultados tienen un efecto definido en la reducción de la cantidad de inóculo en la plantación, que al reducir los frutos en esporulación, también se reducirá las reinfecciones y con ello la reducción de frutos enfermos por moniliasis como se observa en este trabajo (Figuras 6 y 12 y Cuadro 2).

**C. Del peso de almendra y el nivel de daño estimado, expresado en reducción en rendimiento de peso de almendra**

La producción referente al número de frutos sanos y totales y el peso de almendra en estado húmedo y seco entre las plantaciones mostraron diferencias significativas, confirmándonos que el nivel de manejo de las plantaciones son determinantes en el incremento o reducción del inóculo, por tanto en la producción.

Las plantaciones con condición de manejo de rehabilitado y semi-técnica es decir con podas secuenciales, remoción de frutos enfermos cada 7 y 14 días, manejo de sombra, los valores expresados en peso seco y húmedo fueron superiores, respecto a las plantaciones con condición de manejo de semi-abandonado (Cuadro 5). Las plantaciones P<sub>4</sub> y P<sub>6</sub> alcanzaron pesos entre 116.91 y 254.3 kg de almendra húmeda por parcela constituyéndose como las más productivas. Las plantaciones P<sub>2</sub>, P<sub>3</sub> y P<sub>5</sub> mostraron una regular producción con 57.06, 78.18 y 60.8 kg de almendra húmeda por parcela. En cambio la plantación que tuvo una condición de manejo de semi-abandonado

sólo alcanzo a producir 37.81 kg de almendra húmeda por parcela.

Esta diferencia de peso de almendra (producción total) de cacao esta en función del número de frutos producidos asimismo de acuerdo a la incidencia de la enfermedad.

Los niveles de daño que se presentan en las plantaciones es diferencial. En las plantaciones donde se realizaron podas fitosanitarias, remoción de frutos enfermos cada 7 y 14 días las reducciones de cosecha son menores. En el presente estudio las plantaciones P<sub>5</sub> y P<sub>6</sub> presentan reducciones menores de 17,31 y 16.34% y las plantaciones P<sub>2</sub>, P<sub>3</sub> y P<sub>4</sub> alcanzaron reducciones de peso de 38.15, 36.60 y 26.19% respectivamente. En la plantación P<sub>1</sub> donde sólo se realizó cosecha de frutos sanos y ninguna otra actividad la reducción en rendimiento fue alto, llegándose a registrar 65.98% de esta (Cuadro 4).

Como se puede apreciar la enfermedad que mayor daño causa en frutos de cacao es la moniliasis y de acuerdo a los datos encontrados en este trabajo debe atribuírsele a esta enfermedad la causante de las mayores pérdidas de producción y/o reducciones de peso de almendra. Porcentaje de frutos enfermos altos atribuibles a *Crinipellis pernicioso* y *Moniliophthora roreri* separadamente o en combinación son encontrados en Ecuador (Evans *et al*, 1977).

Un análisis global entre los parámetros evaluados para determinar el efectos de las prácticas de conducción de una plantación de cacao sobre la incidencia de enfermedades mostraron una relación directa positiva alta entre incidencia de la enfermedad y la reducción de peso de almendra ( $r=0.90$ ) y una relación inversa alta entre incidencia de enfermedad y producción expresada en peso de almendra húmeda ( $r=0.22$ ) (Cuadro 5).

Es difícil, por varias razones, estimar las pérdidas de la producción potencial de cacao atribuible a las enfermedades. Entretanto, para evaluaciones de campo de pérdidas, pueden" estimarse agrupándose juntas las pérdidas de frutos maduros y cercanamente a la maduración (Evans *et al*, 1977). A pesar de haber encontrado una importante relación entre incidencia de enfermedad y reducción en rendimiento en diferentes plantaciones en este estudio, logrando definir los grandes daños que ocasionan las enfermedades en cacao. Es necesario aunque diversos experimentos para estudios de pérdidas de cosecha sean instalados y evaluados a través de un período largo de producción del cultivo, como son citados por varios autores (Evans *et al*, 1977; French, 1982; James, 1983 y Van Der Plank 1963). Algunos de estos estudios se encuentran actualmente en conducción por Ríos

## VI. CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación, podemos establecer las siguientes conclusiones:

1. Las prácticas de manejo a que son sometidos las plantaciones de cacao tienen un efecto directo en el incremento y/o reducción del inóculo y por consiguiente en el aumento y/o disminución del nivel de incidencia de las enfermedades.
2. En la plantación sin prácticas de manejo ( $P_1$  semi-abandonado) el nivel de incidencia de enfermedades en frutos de cacao fue alto (71%) durante el período en estudio (abril-octubre).
3. En las plantaciones conducidas en forma tradicional ( $P_2$ ) o recientemente rehabilitados ( $P_3$ ), que reciben algunas prácticas culturales los niveles de infección fueron de 42%.
4. En las plantaciones que fueron conducidos bajo los sistemas de producción de tradicional rehabilitado ( $P_5$ ) y semi-técnica ( $P_6$ ) donde se efectuaron podas fitosanitarias consecutivas, remoción de frutos enfermos en forma permanente, manejo de sombra, los niveles de incidencia de enfermedades en frutos de cacao fueron bajos (21%).
5. Los mayores porcentajes de infección en las plantaciones en estudio corresponden a la infección de frutos con monilla de 15.46 a 61.05%. La escoba de bruja y pudrición parda fueron las enfermedades que alcanzan porcentajes menores (menor al 7.78 y 2.17% respectivamente).



6. Las plantaciones que recibieron prácticas de manejo de remoción de frutos enfermos destacaron la en mayor producción de frutos sanos, lo en el tanto en el incremento de peso de almendra húmeda y seca; mientras que las manejo plantaciones sin prácticas de manejo produjeron menor producción de frutos sanos y obtuvieron bajo peso de almendras.
7. La reducción del rendimiento de la plantación sin prácticas de (semi-abandonado) de manejo fue de 65%, mientras que en la plantación con prácticas de manejo (semi-técnica) fue de 16%.

## VII. RECOMENDACIONES

De acuerdo los resultados y conclusiones, se recomienda lo siguiente:

1. Luego de haber constatado las plantaciones sin que prácticas de manejo, o de ejecución inadecuadas inciden en un significativo incremento de las enfermedades en frutos de cacao, propiciar las instituciones y agricultores la adopción de mejores sistemas de control de enfermedades y de producción del cultivo.
2. A pesar de haber encontrado una importante, relación entre incidencia en de enfermedad reducción y rendimiento diferentes plantaciones en estudio, en logrando definir los grandes daños que ocasionan las enfermedades necesario, que diversos, en cacao, es experimentos para estudios de pérdidas de cosecha sean instalados y evaluados a través de un período largo de producción del cultivo.
3. Las plantaciones adultas luego de sometidos a evaluación y alcancen niveles de incidencia bajos pero también bajos niveles de producción, es necesario recomendar programas de rehabilitación y/o renovación.

## VIII. RESUMEN

Para evaluar el efecto de las podas fitosanitarias, remoción de frutos enfermos y edad de las plantaciones sobre la incidencia de las enfermedades de frutos de cacao, fue conducido en plantaciones de cacao con diferentes prácticas de manejo ubicados a la margen derecha de río Huallaga, en Afilador, Las Islas, Jacintillo y Castillo Grande, fueron seleccionados 6 plantaciones compuestas por una mezcla de híbridos de 20, 16, 15, 24 y 13 años de edad, con distanciamientos de de 4x4m. Los parámetros evaluados fueron nivel de incidencia de enfermedades, comportamiento del número de frutos enfermos, curva, tasa y área debajo de la curva de progreso de la enfermedad, incidencia de la moniliasis, producción de frutos, almendra húmeda, seca y nivel de daño expresado en reducción de rendimiento de peso de almendra.

Los resultados obtenidos nos indican que existe relación entre el grado de prácticas de manejo de las plantaciones estudiadas con el índice de infección de enfermedades, se determinó un menor rendimiento en plantaciones que presentaron un mayor índice de infección de moniliasis, escoba de bruja y pudrición parda en frutos de cacao.

La plantación sin práctica de manejo (semi-abandonada) obtuvo 71% de frutos enfermos. Las plantaciones conducidas en forma tradicional los niveles de infección fueron de 42%. Las plantaciones que recibieron prácticas de manejo (podas fitosanitarias consecutivas, remoción de frutos enfermos en forma permanente) los niveles de incidencia fueron de 21% de frutos enfermos.

La reducción del rendimiento de las plantaciones sin prácticas de manejo (semi-abandonado) fueron de 65%, mientras que en la plantación con práctica de manejo (semi-técnica), fue de 16%. Investigaciones futuras son necesarios para determinar el efecto de las enfermedades en los rendimientos potenciales anuales.

## IX. BIBLIOGRAFIA

1. ADEBAYO, A. 1980. Cocoa pod rot disease; assesment of crop losses. Turrialba, Costa Rica. 30(1):57-62.
2. ANDEBRHAN, T. 1985. Witches broom, *Crinipellis perniciosa* (Stahel) Singer, principal disease of cacao (*Theobroma cacao* L.) in the Brazilian Amazon. CEPLAC Belém, Brasil. 25p.
3. ANDEBRHAN, T. y RUDGAR, L. 1983. Epidemiology and control of witches broom disease *Crinipellis perniciosa* (Stahel) Singer of cacao (*Theobroma cacao* L.). XVI Congreso Brasileiro de Fitopatología. Belém, Brasil. Pp. 1-35.
4. ARANZAZU, F. 1986. La moniliasis del cacao. II curso nacional del cacao. 16-22 noviembre. Tingo María, Perú. Pp. 57-77.
5. BAKER AND HOOLLYDAE, P. 1957. Witches broom disease of cacao (*Marasmius perniciosus* Sthael). Commuwealth mycological institute of phytophthology paper N° 2. London, USA. 42 p.
6. BASTOS, C. N. y EVANS, H. C. 1979. Vasoura de bruxa (*Crinipellis perniciosa*) DEPEA. Comunicado técnico 10 CEPLAC/DEPEA/ASTEA. Belém, Brasil. 15p.
7. BRAUDEAU, J. 1970. El cacao Edit. Blume. Barcelona, España. 283p.
8. COTACHE, V. G. 1992. Efecto de algunas prácticas culturales y químicas de control de enfermedades y del comportamiento fenológico en una plantación joven y adulta de cacao. Tesis Ing. Agr. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú. 96p.
9. CRONSHAW, D. K. 1979. Fungicide aplication togeter with cultural

- practical to control cocoa disease in Ecuador. Tropical agricultura. Trinidad. 56(2):165-170.
10. CHAVEZ, M. J. 1990. Efecto de la poda fitosanitaria y la aplicación de fungicida sobre la influencia de enfermedades en cacao en una plantación rehabilitada. Tesis Ing. Agr. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú. 139p.
  11. ENRIQUEZ, G. A. 1985. Curso sobre el cultivo del cacao. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Turrialba, Costa Rica. Pp. 172-173.
  12. EVANS, H. C. 1981. Pod rot of cocoa caused by *Moniliophthora (Monilia roreni)* key surrey England commonwealth mycological institute phytopatological. England. Paper N°24. 44p.
  13. EVANS, H. C. 1981. Witches broom disease. A case study cocoa growers bulletin. England. 32:5-19.
  14. EVANS, H. C.; EDWARDS, D. y RODRIGUEZ, M. 1977. Research on cocoa disease in Ecuador, past and present. Pans. Ecuador. 23:68-80.
  15. FUNDACION PANAMERICANA PARA EL DESARROLLO. 1987. Foro interamericano de cacao: Promoviendo la producción y comercialización del cacao. Costa Rica. Pp 25
  16. FRENCH, E. B. HERBER, T. T. 1982. Métodos de investigación fitopatológica. IICA. San José, Costa Rica. 289p.
  17. GALINDO, J. 1986. Enfermedades del cacao de importancia económica en América. Revista Mexicana de fitopatología. México. 4:78-82
  18. GAYTAN, A. J. y LACKI, P. 1993. La modernización de la agricultura. FAO. Santiago, Chile. 40p.

19. GREGORY, P. H. 1974. *Phytophthora* disease of cocoa. London, Lungnan, USA. Pp. 197-202.
20. HERNANDEZ, T. T.; ARANZAZU, F. H.; AREVALO, G. R. y RIOS, R. R. 1989. La moniliasis del cacao en el Perú. Lima, Perú. *Agrotrópica* 1(2):153-155.
21. HERNANDEZ, T. T.; RIOS, R. R. y AREVALO, G. E. 1996. Moniliasis del cacao, detección, distribución y control en el Perú. Proyecto AD/PER/759. UNDCP/OSP. Perú. 30p.
22. INIPA, 1983. Primera reunión de coordinación, investigación, capacitación y extensión. Tulumayo, Perú. 25p.
23. JAMES, C. W. 1983. Crop loss assessment. In CAB. *Plant pathologist's pocketbook*. 2da. ed. USA. Pp. 130-143.
24. MINISTERIO DE AGRICULTURA, 1996. III Censo nacional agropecuario 1995. Oficina de información agraria. Perú. 900p.
25. MONT KOC, R. M. 1993. Principios de control de enfermedades de las plantas. Lima, Perú. 275p.
26. MULLER. R. A. 1974. Effect of prophylactic measures on the dissemination of *Phytophthora palmivora*. In Gregory. P. H. ed. *Phytophthora* disease of cocoa. Logman-London, USA. 254p.
27. NACIONES UNIDAS, 1991. Cacao. Sistemas de producción en la Amazonía Peruana. Editado por Hernandez. T. T. Tingo María, Perú. 70p.
28. NEWHALL. A. G. 1968. When does it pay to spray cocoa. *Cocoa Growers*. England. Bulletin 10:22-26.
29. RIOS. R. .R. 1983. Distribución e incidencia de la moniliasis *Moniliophthora*

- roreri* (Cif. y Par) Evans *et al* del cacao en varias áreas del Alto Huallaga. Tingo María, Perú. 65p.
30. RIOS, R. R. 1993. Evaluación de pérdidas de frutos por enfermedades en plantaciones de Tingo María. Informe de investigación final. UNAS, Facultad de Agronomía. Tingo María, Perú. 103p.
31. RIOS, R. R. 1995. Informe técnico. Plan operativo 1994 del programa de manejo integrado de la moniliasis del Cacao en Tingo María. Convenio UNAS/SENASA/CAN. Perú. 98p.
32. RIOS, R. R. y LAMA, D. 1992. Reporte de un foco de la moniliasis del cacao en Tingo María. Acciones emprendidas para su erradicación. XII Congreso Peruano de Fitopatología. Arequipa, Perú. (resumen).
33. 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. 30p.
34. SHANER, G. y FINNEY, R. E. 1977. The effect of nitrogen fertilitation on the expression of slow mildewing resistance in knox wheat. *Phytopathology* 67: 1051-1096.
36. SIFUENTES, C.; MAYORGA, M.; RIETO, B.; RONDON, G. and TOVAR, G. 1982. Study of infection and esporulation by *Crinipellis perniciososa* (Stahel) Singer causalt agent of witches broom of cocoa. 8° Internacional. Reserch conference. 18-24. Oct. Cartagena, Colombia. 5p.
37. 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. 130p.

38. VAN DER PLANK, J. E. 1963. Plant diseases: epidemics and control. Academic press. New York, USA. 349p.
39. WOOD, G. A. R. 1982. Cacao. CECOSA. México. Pp. 168-178.

## **X. ANEXO**

**Cuadro 6.** Nivel de incidencia de frutos de cacao en las diferentes plantaciones (tratamientos) expresada en número de frutos de cacao.

Clave	Tratamientos en estudio	Número de frutos						
		Totales	Sanos	Enfermos	Con Moniliasis	Con Escoba de Bruja	Con Pudrición Parda	Otros
P <sub>1</sub>	Semi-abandonado	1977	573	1404	1207	154	43	0
P <sub>2</sub>	Tradicional	3783	2062	1521	1418	36	33	24
P <sub>3</sub>	Tradicional Rehabilitado 1	2600	1500	1100	1030	25	35	10
P <sub>4</sub>	Tradicional Rehabilitado 2	3314	2294	1020	900	95	23	13
P <sub>5</sub>	Tradicional Rehabilitado 3	1028	794	234	214	2	8	10
P <sub>6</sub>	Semi-técnica	2762	2211	552	427	65	57	0

**Cuadro 7.** Nivel de incidencia de frutos de cacao en las diferentes plantaciones (tratamientos) expresada en porcentaje de frutos de cacao.

Clave	Tratamientos en estudio	Porcentaje de frutos					
		Sanos	Enfermos	Con Moniliasis	Con Escoba de Bruja	Con Pudrición Parda	Otros
P <sub>1</sub>	Semi-abandonado	28.98	71.01	61.05	7.78	2.17	0.00
P <sub>2</sub>	Tradicional	57.55	42.43	39.57	1.00	0.92	0.63
P <sub>3</sub>	Tradicional Rehabilitado 1	57.09	42.31	39.62	0.96	1.35	0.38
P <sub>4</sub>	Tradicional Rehabilitado 2	69.20	30.80	27.20	2.87	0.69	0.39
P <sub>5</sub>	Tradicional Rehabilitado 3	77.24	22.76	29.82	0.19	0.78	0.97
P <sub>6</sub>	Semi-técnica	80.85	19.99	15.46	2.35	2.06	0.00