

Manejo Integrado de la Mazorca Negra y la Moniliasis del Cacao en el Trópico Húmedo Bajo de Costa Rica¹

V.H. Porras*, C.A. Cruz**, J.J. Galindo***

ABSTRACT

The effect of sanitation (weekly removal of diseased pods), fungicide application and hand pollination was tested on the incidences of black pod (*Phytophthora palmivora*), moniliasis (*Moniliophthora roreri*) and cocoa yield, in the Atlantic Zone of Costa Rica. Sanitation was economical and highly effective in reducing the incidence of black pod and moniliasis under lowland humid tropic conditions, highly favorable for the development of both diseases. The incidence of black pod was reduced from 10.3 to 6.7% and moniliasis from 70.1 to 44.8% and yield increased from 201 to 1 101 kg/ha. The highest incidence of moniliasis was observed on pods less than 45 days old. With hand pollination, yield increased to 1 534 kg/ha in plots with sanitation and to 2 093 kg/ha in plots with sanitation and fungicide application. There was no additional effect of fungicide compared to plots where only sanitation was carried out in naturally pollinated plots, in significantly reducing the incidence of black pod and moniliasis or increasing cocoa yield. Differences among cultivars in the incidence of black pod and moniliasis and cocoa yield were significant. Mean yield varied between 2 417 kg/ha on 'UF-29' x 'Catongo' and 854 kg/ha on 'UF-613' x 'UF-29'. Black pod incidence varied between 15.9% on 'UF-667' x 'Pound-7' and 7.9% on 'UF-29' x 'Catongo'. Moniliasis incidence varied between 52.0% on 'UF-677' x 'Pound-7' and 30.8% on 'IMC-67' x 'UF-676'.

INTRODUCCION

El cacao (*Theobroma cacao* L.) se cultiva en Costa Rica en el trópico húmedo bajo, donde la precipitación anual varía de 2 000 a 4 000 mm (4). La alta humedad favorece el daño causado por enfermedades como la mazorca negra y la moniliasis, las cuales se consideran como importantes factores limitantes de la producción (9, 23).

¹ Recibido para publicación el 10 de agosto 1990

La realización del trabajo fue parcialmente financiado por el American Cocoa Research Institute (ACRI). Los autores agradecen los valiosos comentarios y sugerencias del M.S. Wilberth Phillips al presente artículo

* Fundación Hondureña de Investigación La Lima, Honduras

** Diversificación Agrícola, Turrialba, Costa Rica

*** Fitopatólogo, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), Programa Mejoramiento de Cultivos Tropicales, Turrialba, Costa Rica.

COMPENDIO

En la Zona Atlántica de Costa Rica se probó el efecto de la remoción semanal de frutos enfermos, la aplicación de fungicidas y la polinización manual sobre las incidencias de la mazorca negra (*Phytophthora palmivora*), la moniliasis (*Moniliophthora roreri*) y la producción de cacao. La remoción de frutos enfermos fue efectiva y económica para reducir las incidencias de mazorca negra y moniliasis en las condiciones del trópico húmedo, altamente favorable para el desarrollo de ambas enfermedades. La incidencia de mazorca negra se redujo del 10.3 al 6.7% y la de moniliasis del 70.1% al 44.8% y los rendimientos se incrementaron de 201 a 1 101 kg/ha/año. La mayor pérdida por moniliasis ocurrió en frutos menores de 45 días. Con la polinización manual se logró un incremento del rendimiento a 1 534 kg/ha en los tratamientos con remoción de frutos enfermos y a 2 093 kg/ha en los tratamientos con remoción y aplicación de fungicidas. En los tratamientos con polinización natural no hubo efecto adicional del fungicida, en comparación con la sola remoción, tanto para reducir la incidencia de las enfermedades, como para incrementar la producción. Hubo diferencias significativas entre los cultivares en relación con el rendimiento y con la reacción a la mazorca negra y la moniliasis. Los rendimientos promedio variaron entre 2 417 kg/ha en el cv. 'UF-29' x 'Catongo' y 854 kg/ha en el cv. 'UF-613' x 'UF-29'. La incidencia de mazorca negra varió entre el 15.9% en el cv. 'UF-667' x 'Pound-7' y el 7.9% en el cv. 'UF-29' x 'Catongo' y la incidencia de moniliasis varió del 52.0% en el cv. 'UF-677' x 'Pound-7' al 30.8% en el cv. 'IMC-67' x 'UF-676'.

La mazorca negra es causada por varias especies de *Phytophthora*, siendo *P. palmivora* el agente causal detectado en Costa Rica. El hongo ataca raíz, ramas, tronco y brotes, pero el principal daño se da en las mazorcas, las cuales se pierden 10 a 20 días después que aparecen los primeros síntomas (12). En Costa Rica se ha informado de incidencias de mazorca negra de hasta un 45% (17).

La mayor incidencia de mazorca negra ocurre durante las épocas de alta humedad y se incrementa cuando ésta coincide con bajas temperaturas. *P. palmivora* sobrevive en el suelo húmedo por periodos prolongados (12). El agua que corre a lo largo de ramas y tronco es el principal agente de diseminación del patógeno, así como el salpique de suelo infestado. Los insectos también pueden servir como agentes de diseminación del patógeno, aunque son de menor im-

portancia. Las mazorcas enfermas que permanecen adheridas al árbol constituyen la mayor fuente de inóculo (13, 16). La aplicación de fungicidas cúpricos ha mostrado ser efectiva para el control de la mazorca negra; sin embargo, el método es costoso debido al alto número de aplicaciones requeridas (12, 17).

La moniliasis causada por *Moniliophthora roreri*, apareció en Costa Rica a finales de 1978 y hasta el año 1983 había causado una reducción del 80% en la producción nacional (9, 23). El hongo ataca únicamente las mazorcas, especialmente los frutos menores de 90 días, los cuales son los más susceptibles. Esta susceptibilidad decrece al aumentar la edad de la mazorca. El período de incubación es relativamente largo y varía con la edad de la mazorca infectada, el cultivar y los elementos climáticos (7, 9, 23).

M. roreri sobrevive durante las estaciones secas o entre períodos de cosecha, en las mazorcas enfermas que permanecen en el árbol. La capacidad de liberación de conidios es mayor durante el primer mes, después de formado el estroma. Los frutos enfermos que permanecen en el árbol se momifican y continúan produciendo conidios infectivos por períodos hasta de nueve meses. La producción de conidios en frutos momificados se incrementa durante los períodos de alta humedad. La liberación de los conidios ocurre cuando la humedad relativa es menor al 80% y su diseminación se realiza por medio del viento (22, 23).

Los conidios necesitan una película de agua sobre la mazorca para germinar, desarrollar el tubo germinativo e iniciar la infección, proceso que puede tomar de cinco a ocho horas (7). Los períodos de precipitación favorecen la alta incidencia de la enfermedad (7, 8, 23).

Las prácticas culturales para reducir la alta humedad dentro de la plantación han sido muy efectivas para reducir la incidencia de la moniliasis (2, 3, 9). Al estudiar el ciclo de la enfermedad es evidente que la remoción periódica de frutos enfermos es un medio efectivo para reducir el nivel de inóculo (8). También, se ha probado un gran número de fungicidas para el control de la moniliasis, pero además de ser muy costosos, han mostrado que no son efectivos (8, 9).

El objetivo del presente estudio es evaluar el efecto del manejo integrado por medio de las prácticas culturales, la poda sanitaria (remoción semanal de frutos enfermos) y la aplicación de fungicidas, sobre la incidencia de la mazorca negra y la moniliasis. Además, se probó el efecto de la polinización manual sobre la producción de cacao. Se ha presentado un informe preliminar de estas investigaciones (21).

MATERIALES Y METODOS

Los experimentos se llevaron a cabo durante los años 1985-1986, en la Estación Experimental "La Lola" del CATIE, ubicada en Matina, Provincia de Limón, a 40 msnm, con 3 610 mm de precipitación promedio anual (período 1952-1986) y temperatura medio, máxima y mínima de 24.6, 30.1 y 20.5°C, respectivamente y la humedad relativa media y mínima de 89.4 y 60.1%, respectivamente (4).

Se utilizó un diseño de parcelas divididas con cuatro repeticiones. En las parcelas principales se colocaron los tratamientos: i) remoción semanal de frutos enfermos por *P. palmivora* y *M. roreri* (remoción), y ii) aplicación de fungicidas más remoción. En las subparcelas se realizaron los tratamientos de polinización natural y manual. Las subparcelas, de 36 árboles, incluían seis árboles de cada uno de los siguientes cultivares: 'IMC-67' x 'UF-676', 'Pound-12' x 'Catongo', 'UF-29' x 'Catongo', 'UF-613' x 'Catongo', 'UF-613' x 'UF-29' y 'UF-677' x 'Pound-7', los cuales estaban plantados a una distancia de 4 x 4 m y tenían una edad de 20 años.

Al inicio de cada ciclo de producción se aplicó un fertilizante 18-6-5 a razón de 600 kg/ha/año y como parte integral de los tratamientos se usaron prácticas culturales, tales como podas periódicas del cacaotero y del sombrío, construcción de drenajes y control de malezas, con el propósito de disminuir la humedad dentro de la plantación. También, se hizo una remoción total de frutos sanos y enfermos, tanto en el área experimental, como en un borde de 50 m de ancho en todo el perímetro.

La polinización manual se realizó en cada ciclo de producción durante 30 días, en el pico de la floración, el cual se determinó por el conteo semanal de flores. A las tres semanas de iniciada la polinización manual, se aplicaron los fungicidas y se continuó cada dos semanas durante tres meses. La aplicación se realizó con bomba manual de espalda, dirigida a los frutos en desarrollo. Se realizaron seis aplicaciones de fungicidas, según recomendaciones de previas investigaciones (10, 18) así: las tres primeras con clorotalonil (7.5 g/l) y las otras tres con óxido cuproso (15 g/l).

Los frutos con síntomas de moniliasis se removieron semanalmente y se dejaron donde cayeron sin alteración alguna, tanto en el área experimental como en los bordes. Los frutos con síntomas de mazorca negra se removieron y colocaron en los espacios abiertos de la plantación, retirados de los árboles de cacao. Los frutos sanos de cosecha se recolectaron cada dos semanas.

Para estimar el rendimiento y la incidencia de mazorca negra y moniliasis en el manejo tradicional y para evitar la contaminación de inóculo entre parcelas, especialmente de moniliasis, se estableció un testigo con un manejo similar al realizado por los agricultores, que incluía remoción de frutos enfermos y cosecha una vez por mes. El testigo estaba separado de las parcelas principales por un borde de 100 m cultivado de cacao, al cual se le realizó la remoción semanal de frutos enfermos. Las parcelas del testigo estaban establecidas con los mismos cultivares y número de árboles y repeticiones mencionados anteriormente.

El registro de los datos sobre la incidencia de mazorca negra, moniliasis y el número de frutos sanos fue tomado para cada uno de los seis cultivares por tratamiento. Los rendimientos por parcela se transformaron a kg/ha/año. Los datos sobre incidencia de enfermedades se transformaron por el arcoseno \sqrt{x} . Se realizó análisis de variancia, prueba de rango múltiple y correlaciones.

También se tomaron datos de temperatura, precipitación y humedad relativa. Se determinaron correlaciones entre estos parámetros, la incidencia de mazorca negra y la moniliasis.

Las labores de la remoción, polinización manual y aplicación de fungicidas se cuantificaron en horas/hombre y se transformaron en unidades monetarias para conocer el costo de cada práctica.

RESULTADOS

Los análisis se presentan en conjunto, dado que entre los dos años de evaluación no se observaron diferencias significativas en las incidencias de mazorca negra y moniliasis y en los rendimientos (Cuadros 1, 2, 3).

Cuadro 1. Efecto de la polinización natural y manual sobre la incidencia de mazorca negra, moniliasis y rendimiento en híbridos de cacao. La Lola, Limón, Costa Rica.

Tratamiento	Moniliasis %	Mazorca negra %	Rendimiento kg/ha/año
Polinización natural	42.3 a ¹	6.3 a	1 075 a
Polinización manual	39.8 a	16.9 b	1 814 b

¹ Promedios en cada columna con la misma letra no difieren en forma significativa, según la Prueba de Rango Múltiple de Duncan (P: 0.05)

La polinización manual resultó en un incremento significativo de la producción, obteniéndose un rendimiento de 1 814 kg/ha/año (kg/ha), comparado con 1 075 kg/ha en el tratamiento con polinización natural, lo cual representa un incremento del 69% en la producción (P: 0.01) (Cuadro 1).

La incidencia de mazorca negra fue significativamente mayor en los tratamientos con polinización manual con un 16.9%, en comparación con el 6.3%, en los tratamientos con polinización natural (P: 0.05). Entre los dos tratamientos de polinización no hubo diferencias significativas en la incidencia de moniliasis: mientras en los tratamientos con polinización natural la incidencia de moniliasis fue de 42.3%, en los tratamientos con polinización manual la incidencia fue de 39.8% (Cuadro 1).

El progreso en el desarrollo de la epidemia de moniliasis fue similar en las parcelas con ambos métodos de polinización. La mayor pérdida de mazorcas ocurrió durante sus primeros 45 días de edad, cuando son más susceptibles a la enfermedad (7, 8). Después de los cuatro meses de edad de las mazorcas, la tasa de incidencia disminuyó considerablemente.

La remoción redujo en forma significativa las incidencias de mazorca negra y moniliasis, en relación con el testigo en donde esta práctica no se aplicó (P: 0.01). En el testigo, se obtuvieron incidencias de 10.3 y 70.1% de mazorca negra y moniliasis, respectivamente, en tanto que las mismas fueron de 20.0 y 44.6% en el tratamiento con remoción y polinización manual y de 6.7 y 44.8% en el tratamiento con remoción y polinización natural (Cuadro 2).

La remoción también tuvo un efecto significativo sobre el incremento de la producción (P: 0.01). El rendimiento aumentó de 201 kg/ha en el tratamiento sin remoción, a 1 101 kg/ha en el tratamiento con remoción y polinización natural, lo cual representa un incremento del 447% de la producción. En el tratamiento con remoción y polinización manual el rendimiento fue de 1 534 kg/ha (Cuadro 2).

En los tratamientos con polinización manual, la aplicación de fungicidas tuvo un efecto significativo en la reducción de las incidencias de mazorca negra y moniliasis, comparada con el tratamiento que recibió únicamente remoción (P: 0.05). Con fungicida y remoción las incidencias de mazorca negra y moniliasis fueron de 13.8 y 35.0%, respectivamente, en tanto que con solo remoción fueron de 20.0 y 44.6%. En los tratamientos con polinización natural y remoción, no hubo efecto significativo sobre las incidencias de ambas enfermedades debido a la aplicación del fungicida (Cuadro 2).

Cuadro 2. Efecto de remoción semanal de frutos enfermos, aplicación de fungicidas y polinización natural y manual sobre la incidencia de moniliasis, mazorca negra y rendimiento en híbridos de cacao. La Lola, Limón, Costa Rica.

Tratamiento	Polinización natural			Polinización manual		
	Moniliasis %	M. negra %	Rendimiento kg/ha/año	Moniliasis %	M. negra %	Rendimiento kg/ha/año
Remoción	44.8 a ¹	6.7 a	1 101 a	44.6 a	20.0 a	1 534 a
Remoción + fungicida	39.7 a	5.8 a	1 049 a	35.0 b	13.8 b	2 093 b
Testigo	70.1 b	10.3 b	201 b			

1 Promedios en cada columna con la misma letra no difieren en forma significativa, según la prueba de Rango Múltiple de Duncan (P: 0.05)

Para la producción tampoco se encontraron diferencias significativas, por el uso del fungicida en los tratamientos con remoción y polinización natural; con remoción y sin fungicida el rendimiento fue de 1 101 kg/ha y con fungicida de 1 049 kg/ha. En los tratamientos con polinización manual estas diferencias fueron significativas, incrementándose el rendimiento de 1 534 kg/ha, al usar solo la remoción, a 2 093 kg/ha con el uso del fungicida (Cuadro 2)

Hubo diferencias significativas entre los cultivares en relación con el rendimiento y la reacción a mazorca negra y moniliasis. Los rendimientos promedios variaron entre 2 417 kg/ha en el cv 'UF-29' x 'Catongo' y 854 kg/ha en el cv 'UF-613' x 'UF-29'. La incidencia de mazorca negra varió entre 15.9% en el cv 'UF-677' x 'Pound-7' a 7.9% en el cv 'UF-29' x 'Catongo' y la incidencia de moniliasis varió de 52.0% en el cv 'UF-667' x 'Pound-7' a 30.8% en el cv 'IMC-67' x 'UF-676' (Cuadro 3)

Entre los cultivares hubo diferencias en respuesta a la aplicación de fungicidas. Con respecto a mazorca negra, se agrupan en los cv. 'UF-29' x 'Catongo', 'UF-613' x 'UF-29' y 'UF-677' x 'Pound-7' que tuvieron una reducción promedio de incidencia del 0.5%; y los cv. 'Pound-12' x 'Catongo', 'UF-613' x 'Catongo' e 'IMC-67' x 'UF-676' del 6.7%. En relación con la moniliasis se agrupan en los cv. 'Pound-12' x 'Catongo', 'UF-613' x 'UF-29' e 'IMC-67' x 'UF-676' que tuvieron una reducción promedio de incidencia del 3.8%; el cv. 'UF-29' x 'Catongo' del 7.7%; y los cv. 'UF-613' x 'Catongo' y 'UF-677' x 'Pound-7' del 12.7% (Cuadro 3).

Al estimar el valor de cada operación se encontró que la remoción tuvo un costo de US\$85 por ha/año; la aplicación de fungicida incluyendo el costo del fungicida US\$75 por ha/año y la polinización manual de

US\$303 ha/año. El precio del kg de cacao seco fue de US\$1.7. El tratamiento con polinización manual y aplicación de fungicida fue el que proporcionó la mayor ganancia (Cuadro 2).

Al estudiar el efecto de los parámetros climáticos sobre el desarrollo de la moniliasis, se encontró una correlación significativa positiva entre la incidencia de moniliasis con la precipitación (r: 0.6) y con la temperatura máxima (r: 0.9) y negativa con la temperatura mínima (r: 0.7), que ocurrieron tres meses antes de la aparición de los primeros síntomas.

DISCUSION

Los resultados muestran que la remoción semanal de frutos enfermos fue un método muy efectivo para reducir el daño causado por *P. palmivora* y *M. royeri*, aun bajo las condiciones de alta presión de inóculo y de clima favorable para el desarrollo de las dos enfermedades

En el área de trabajo la presión de inóculo de moniliasis fue muy alta, debido a las fincas cacaoteras adyacentes a las parcelas experimentales, las cuales fueron abandonadas por los agricultores por motivo de la llegada de la moniliasis a Costa Rica (9, 23). Además, durante la época de la investigación las condiciones ambientales prevalecientes fueron favorables para el desarrollo y las incidencias de mazorca negra y moniliasis. La lluvia fue abundante, con un promedio por año de 2 919 mm y un máximo de 488.8 mm por mes (4)

M. royeri ataca únicamente el fruto y, los frutos enfermos que quedan en el árbol son la principal fuente de inóculo (8, 9, 22, 23). *P. palmivora* ataca varios órganos de la planta, pero los frutos enfermos

Cuadro 3. Efecto de remoción de frutos enfermos, aplicación de fungicidas y polinización natural y manual sobre la incidencia de moniliasis, mazorca negra y rendimiento en seis híbridos de cacao. La Lola, Limón, Costa Rica.

Cultivar	Moniliasis		Mazorca negra		Rendimiento	
	%	Prom.	%	Prom.	kg/ha/año	Prom.
'UF-29' x 'CATONGO'						
Remoción	42.8		7.4		2 328	
Remoción + fungicida	35.1	39.0 b ¹	8.3	7.9 a	2 506	2 417 a
'POUND-12' x 'CATONGO'						
Remoción	36.6		16.2		1 818	
Remoción + fungicida	33.7	35.2 b	10.5	13.4 b	2 097	1 958 b
'UF-613' x 'CATONGO'						
Remoción	48.3		14.7		1 127	
Remoción + fungicida	37.0	42.7 b	7.9	11.3 a	1 449	1 288 c
'UF-613' x 'UF-29'						
Remoción	49.4		10.3		751	
Remoción + fungicida	44.5	47.0 b	7.8	9.1 a	956	854 d
'UF-677' x 'POUND-7'						
Remoción	59.0		15.8		962	
Remoción + fungicida	45.0	52.0 c	15.9	15.9 b	1 422	1 192 c
'IMC-67' x 'UF-676'						
Remoción	32.6		16.0		923	
Remoción + fungicida	29.0	30.8 a	8.4	12.2 ab	998	961 cd

1 Promedios en cada columna con la misma letra no difieren en forma significativa según la prueba de Rango Múltiple de Duncan (P: 0.05)

que permanecen en el árbol son la principal fuente de inóculo (13, 16). La remoción total de frutos que se realizó antes de la época de floración redujo el inóculo inicial y la remoción semanal de frutos enfermos redujo el inóculo durante el ciclo de producción. Este conjunto de medidas son muy efectivas en el manejo de enfermedades con ciclos compuestos de producción de inóculo (24).

Se ha demostrado que la remoción semanal de frutos enfermos es un método económico y efectivo para reducir la incidencia de moniliasis. Esto se comprobó al compararla con remociones quincenales o mensuales (2, 6, 9, 10). Según las condiciones ambientales, la esporulación sobre los frutos enfermos ocurre de siete a 10 días después de la aparición de los primeros síntomas (8, 22, 23). Por consiguiente, la eliminación semanal de frutos enfermos, no esporulantes, reduce las fuentes de inóculo en la plantación durante el ciclo de producción.

Las mazorcas removidas y afectadas por moniliasis se dejaron sobre el suelo. Estas mazorcas se examina-

ron después de una y dos semanas y se observó la formación de estroma y conidios de *M. royeri*. Algunos informes indican que los frutos afectados por moniliasis que se dejan en el suelo, no son fuentes importantes de inóculo (1, 5). Sin embargo, otros informes señalan que estos frutos enfermos pueden originar infección (8). Los conidios de *M. royeri* pueden desprenderse por salpique, y además pueden ser diseminados por las pequeñas corrientes ascendentes que ocurren dentro de la plantación (14). Los frutos afectados por moniliasis que permanecen en el suelo pueden ser fuentes de inóculo por uno o dos meses (8), período durante el cual ocurre la máxima producción de conidios (22). La presencia de estos frutos enfermos permite una fuente continua de inóculo; por lo tanto, es necesario esclarecer su verdadero papel y cuantificar el valor relativo de las diferentes fuentes de inóculo en el desarrollo de una epidemia de moniliasis.

Por efecto de la polinización manual hubo una concentración de frutos de la misma edad en el tronco y parte baja de las ramas principales, por debajo de

1.8 m sobre el nivel del suelo. Además, muchos de los frutos estaban en contacto entre sí. Esta concentración de frutos facilitó la aplicación y efecto de fungicidas pero resultó en un incremento de la incidencia de mazorca negra (Cuadros 1 y 2). Estos resultados coinciden con los informes de Thorold (12), quien observó que los árboles con mayores rendimientos tienen una proporción mayor de mazorca negra que los de menores rendimientos. Este fenómeno puede estar asociado a la forma de diseminación del inóculo de *P. palmivora*, por medio del agua de lluvia que corre a lo largo de las ramas y del tronco (16), que incrementa las posibilidades de afectar frutos que se encuentran cercanos entre sí o agrupados.

Hubo una abundante formación de frutos al iniciarse cada uno de los ciclos de producción. Pero, un gran número de frutos menores de 45 días, fueron afectados por *M. roveri*, en el período de mayor susceptibilidad a la moniliasis (7, 8, 9). Estas infecciones tempranas dieron como resultado una alta incidencia de moniliasis, al compararlo con resultados de otras investigaciones (2, 3, 6). Las condiciones de la zona atlántica de Costa Rica son favorables para *M. roveri*, por la alta precipitación y la presión de inóculo proveniente del gran número de fincas cacaoteras abandonadas, que ascienden a unas 14 000 ha del cv "Martina", susceptible a la moniliasis (9, 23). Aunque las mayores pérdidas ocurrieron al principio, esta alta incidencia inicial no disminuyó significativamente los rendimientos, probablemente porque afectó a mazorcas que se pierden en forma de marchitez (*chevelle wilt*) al iniciarse el ciclo de producción, debido a factores climáticos, fisiológicos y patológicos (12).

Según resultados de previas investigaciones, los conidios de *M. roveri* pueden causar infección hasta 30 m en la dirección del viento, a partir de una fuente de inóculo colocada a 2 m sobre el nivel del suelo (11). En esta investigación, los bordes de 50 m que se dejaron alrededor del área experimental no fueron suficientes para prevenir la contaminación por inóculo de *M. roveri*, proveniente de las áreas vecinas.

Según varios informes de la literatura se considera que la remoción periódica de frutos enfermos no es un método importante para el control de la mazorca negra del cacao (12, 15). Sin embargo, en la presente investigación, la remoción fue efectiva para reducir la incidencia de la mazorca negra causada por *P. palmivora*. Esta diferencia en resultados puede estar influenciada por la especie del agente causal, el área geográfica, las condiciones ambientales, los cultivares y el manejo de la plantación (12, 15).

Las diferencias en los resultados del efecto de la remoción para reducir la incidencia de mazorca negra,

también puede deberse a que en las otras investigaciones se ha estimado la acción aislada de la poda sanitaria (15). Uno de los objetivos de la poda sanitaria es reducir la cantidad de inóculo de *P. palmivora*, que al ser dejado en la plantación puede conducir al desarrollo de una epidemia de mazorca negra (13, 15). *P. palmivora* ataca varios órganos de la planta y sobrevive en el suelo; para lograr que la remoción de frutos enfermos sea efectiva debe estar combinada con otras prácticas de manejo de la enfermedad tales como podas, destrucción de otras fuentes de inóculo, disposición de los frutos enfermos lejos de los árboles de cacao para evitar incremento de inóculo en el suelo y salpique, uso de cultivares resistentes y aplicación de fungicidas para destruir el inóculo que pueda permanecer en el árbol (12, 15). Este efecto combinado tiene como resultado final un nivel adecuado de control, que no se puede lograr con ninguna práctica aislada (15).

Los fungicidas usados han mostrado protección contra *M. roveri* y *P. palmivora* (10, 17, 18). Hasta época reciente, los fungicidas han sido recomendados como el principal medio para el control de la mazorca negra (15, 17). Sin embargo, en esta investigación las aplicaciones que se hicieron a árboles con polinización natural, en condiciones de manejo similares a los agricultores, no se observó efecto del fungicida para lograr una reducción adicional de la incidencia de mazorca negra o moniliasis, en relación con el obtenido por la remoción semanal de los frutos enfermos. En numerosas pruebas realizadas en varios países, se ha observado que la aplicación de fungicidas, además de ser un método costoso por el gran número de aplicaciones, no es efectivo para reducir la incidencia de moniliasis (8, 9).

En los árboles en que se realizó polinización manual, se observó un efecto del fungicida para reducir la incidencia de moniliasis y mazorca negra y se obtuvo un aumento en la producción. Debido a la polinización manual hubo un gran número de frutos de la misma edad, concentrados en la parte baja del árbol, que quizá incrementa las posibilidades de infección de un mayor número de frutos en un momento dado (13, 16), contrario a lo que sucede con la polinización natural donde frutos de diversas edades están distribuidos por todo el árbol, disminuyendo los riesgos de infección de un segundo fruto en un tiempo dado. El tratamiento con polinización manual se puede comparar con un sistema de producción intensiva, en el cual el uso racional de fungicidas, podría ser parte del manejo integrado de las enfermedades del cacao.

Los aumentos en la producción obtenidos con la polinización manual son similares a los resultados de otras investigaciones (25). La polinización manual

tuvo efectos significativos para incrementar los rendimientos. Aunque el valor de la polinización fue alto, debido al costo de la mano de obra y al hecho de que varias polinizaciones se perdieron por cambios bruscos de temperatura y humedad, el tratamiento con polinización manual produjo la mayor ganancia. Además, la polinización manual por ser una práctica sencilla puede constituirse en una fuente adicional de ingresos para las familias con mano de obra disponible.

Aunque hubo diferencias entre los cultivares por su respuesta a las dos enfermedades, en conjunto mostraron niveles moderados de resistencia a mazorca negra y de susceptibilidad a moniliasis. En la literatura se informa sobre la respuesta de los clones, que hacen parte de los híbridos utilizados en esta investigación y pueden dar alguna indicación acerca de la resistencia o susceptibilidad de estos híbridos a las dos enfermedades. Según las investigaciones, el cv 'Pound-7' es resistente y los cvs 'Catongo', 'Pound-12' y 'UF-29' son moderadamente resistentes a *P. palmivora* (19); estos mismos cultivares son susceptibles a *M. roleri* (20).

Debido a la estructura de esta investigación es difícil conocer el efecto separado que tienen las prácticas culturales como podas periódicas del cacaotero y del sombrío, construcción de drenajes y control de malezas, sobre las incidencias de mazorca negra y monilia-

sis. Sin embargo, en la literatura se reconoce su valor para reducir la incidencia de estas enfermedades (2, 3, 15), al disminuir la humedad dentro de la plantación, la cual favorece la diseminación, germinación e infección ocasionadas por *P. palmivora* y *M. roleri*. De esta manera, estas prácticas tienen efectos complementarios a los tratamientos probados.

La remoción semanal de frutos enfermos y las prácticas culturales para reducir la humedad dentro del cacaotal demostraron ser efectivas para reducir significativamente las pérdidas causadas por la mazorca negra y la moniliasis, aún en las condiciones altamente favorables en el trópico húmedo, para el desarrollo de estas dos enfermedades. Estas son prácticas sencillas y económicas, al alcance del pequeño y mediano agricultor, que es el típico cultivador de cacao. Para que estas prácticas sean más efectivas, se requiere disponer de cultivares resistentes. Existen materiales con niveles de moderado a resistente para la mazorca negra (19). Sin embargo, para la moniliasis, aunque se han identificado fuentes de resistencia a *M. roleri* (20), se recomienda la realización de mayores esfuerzos de investigación para entregar cultivares resistentes a los agricultores, con el objeto de que sean parte del paquete de manejo integrado de las enfermedades del cacao.

LITERATURA CITADA

1. ARANZAZU, F. 1987. Comportamiento de los frutos de cacao afectados por *Monilia* dejados sobre el suelo. In Conferencia Internacional de Investigación en Cacao (10, Santo Domingo, Rep. Dom.) Actas Santo Domingo, Rep. Dom. p. 457-460.
2. BARROS, O. 1980. El control de la moniliasis en Cacaoteros del Dique. *El Cacaotero Colombiano* 15:31-44.
3. BARROS, O. 1966. Valor de las prácticas culturales como método para reducir la incidencia de monilia en plantaciones de cacao. *Agronomía Tropical* 22:605-612.
4. CATIE (C.R.) 1987. Registro de datos meteorológicos de la Estación Experimental "La Lola" Turrialba, C.R. 5 p.
5. CUBILLOS, G. 1981. Exploraciones acerca de la importancia que tienen los frutos enfermos sobre el suelo como fuentes primarias de infección de *Moniliophthora roleri* (Cif. and Par.) *El Cacaotero Colombiano* 8:27-34.
6. CUBILLOS, G.; ARANZAZU, F. 1979. Comparación de tres frecuencias de remoción de frutos enfermos en el control de *Monilia roleri* Cif. y Par. *Cacaotero Colombiano* 8: 27-34.
7. DESROSIERS, R.; SUAREZ, C. 1974. *Monilia* pod rot of cocoa. In *Phytophthora Disease of Cocoa*. Ed. by P.H. Gregory. London, Longman. p. 273-277.
8. EVANS, H.C. 1981. Pod rot of cocoa caused by *Moniliophthora (Monilia) roleri*. Kew, Surrey, England. Commonwealth Mycological Institute. Phytopathological Paper no. 24.
9. GALINDO, J.J. 1987. La moniliasis del cacao en Centroamérica. In *Plagas y enfermedades de carácter epidémico en cultivos frutales de la región centroamericana*. Ed. by J. Pinochet. Turrialba, CATIE. C.R., Boletín Técnico no. 110. p. 7-16.
10. GONZALEZ, L.C.; SANCHEZ, J.A.; PORRAS, V.H.; UMAÑA, S.; MURILLO, D. 1983. Evaluación del fungicida clorotalonil y la destrucción de mazorcas enfermas en el combate de la moniliasis del cacao. *Agronomía Costarricense* 7: 1-7.
11. GREEN, M.J. 1977. Estudios sobre *Monilia roleri* adelantados en Caldas, Colombia. *El Cacaotero Colombiano* 2:25.
12. GREGORY, P.H. ed. 1974. *Phytophthora Disease of Cocoa*. London. Longman. 348 p.

13. GRIFFIN, M.J.; IDOWU, O.L.; MADDISON, A.C.; TAYLOR, B.; WARD, M.R. 1981. Sources of infection. In *Epidemiology of Phytophthora on Cocoa in Nigeria*. Ed. by P.H. Gregory, A.C. Madison. England, CMI, Kew p 75-95
14. INGOLD, C.T. 1971. Fungal spores, their liberation and dispersal. Oxford. s.p
15. MACKENZIE, D.R.; ELLIOT, V.J.; KIDNEY, B.A.; KING, E.D.; ROYER, M.H.; THEBERGE, R.L. 1983. Application of modern approaches to the study of the epidemiology of diseases caused by *Phytophthora*. In *Phytophthora. its Biology, Taxonomy, Ecology and Pathology*. Ed. by D.C. Erwin, S. Bartnicki-García, P.T. Tsao. St. Paul, MN. APS p. 303-314.
16. MADDISON, A.C.; GRIFFIN, M.J. 1981. Detection and movement of inoculum. In *Epidemiology of Phytophthora on Cocoa in Nigeria*. Ed. by P.H. Gregory, A.C. Madison. England, CMI, Kew.
17. NEWHALL, A.G. 1967. Copper fungicides for the control of *Phytophthora* pod rot of cocoa. In *Conferencia Internacional de Investigación en Cacao (2., Itabuna, Bahía Bras)*. Actas p. 219-228.
18. MURILLO, D.; GONZALEZ, L.C. 1984. Evaluación en laboratorio y campo de fungicidas para el combate de la moniliasis del cacao. *Agronomía Costarricense* 8:83-89.
19. PHILLIPS, W.; GALINDO, J.J. 1989. Método de inoculación y evaluación de la resistencia a *Phytophthora palmivora* en frutos de cacao (*Theobroma cacao*). *Turrialba* 39(4):488-496.
20. PHILLIPS, W.; GALINDO, J.J. 1986. Reaction of cocoa cultivars to inoculation with *Monilia roleri*. *Phytopathology* 76:375.
21. PORRAS, V.H.; GALINDO, J.J.; CRUZ, C. 1986. Effect of sanitation, fungicide application and hand pollination on moniliasis and black pod incidence. *Phytopathology* 76:1116.
22. PORRAS, V.H.; GONZALEZ, L.C. 1984a. Liberación de conidios de *Monilia roleri* de frutos enfermos de cacao dejados en el árbol. *Fitopatología* 19:9-12.
23. PORRAS, V.H.; GONZALEZ, L.C. 1984b. Epifitiología de la moniliasis del cacao (*Monilia roleri*) y su relación con el ciclo de producción en la zona de Matina, Costa Rica. *Fitopatología* 19:78-84.
24. VAN DER PLANK, J.E. 1963. *Plant disease: Epidemics and Control*. New York, Academic Press. 349 p.
25. VERA, J.; MOGROVEJO, J.; MOREIRA, M. 1981. La polinización suplementaria y cortes en tallo como prácticas simples para incrementar los rendimientos de cacao. In *Conferencia Internacional de Investigación de Cacao (8., Cartagena, Col.)*. Actas p 31-35.