

EVALUACION DEL FUNGICIDA CLOROTALONIL Y DE LA DESTRUCCION DE MAZORCAS ENFERMAS EN EL COMBATE DE LA MONILIASIS DEL CACAO ¹ *

Luis Carlos González **
Jesús A. Sánchez ***
Víctor H. Porras **
Sergio Umaña **
Daniel Murillo **

ABSTRACT

Evaluation of chlorothalonil fungicide and destruction of diseased pods as control measures against *Monilia* disease of cacao. Two control methods against cacao *Monilia* disease (*M. rozeri*), complementary to fortnightly removal of diseased pods, were evaluated during one year at CATIE's La Lola farm, in the Atlantic region of Costa Rica. Ten applications of chlorothalonil, at two-week intervals, reduced overall disease incidence slightly, from 63 o/o to 56 o/o, yet yield was increased from 6 185 to 9083 pods/ha, even though this was not enough to compensate for treatment costs.

Destroying fortnightly removed diseased pods by diesel oil treatment or burying, had the unexpected effect of increasing slightly the level of *Monilia* disease, and had no effect on yield, so it was deemed unadvisable. The combination of both treatments did not affect their individual effects.

Disease incidence in control plots was relatively low (ca. 30 o/o) from March to June and very high (over 80 o/o) from August to January; seemingly it could be reduced by removing diseased pods weekly instead of fortnightly, with no further treatment of removed pods. Fungicides would seem justified only in limited applications, aimed at young pods exclusively in highly productive cacao plantations.

1 Recibido para su publicación el 8 de junio de 1983.

INTRODUCCION

La moniliasis del cacao (*Theobroma cacao* L.), causada por el hongo *Monilia rozeri* Cif. & Par., apareció en Costa Rica a fines de 1978 y desde entonces se extendió con gran rapidez a casi todas las regiones cacaoteras del país. Actualmente es sin duda el principal limitante en la producción de este cultivo, ocasionando pérdidas que oscilan entre el 50 y 90 o/o del rendimiento potencial especialmente en la Región Atlántica.

*** Programa de Plantas Perennes, CATIE. Dirección actual: Cía Nacional de Chocolates, Medellín Colombia.

En los dos países donde se tiene más experiencia con la moniliasis —Ecuador y Colombia— se han realizado desde hace más de medio siglo in-

vestigaciones sobre combate, tanto por medios químicos (2, 3, 6) como culturales (1, 2, 4) y esporádicamente genéticos (4, 6). Dada la inestabilidad de los precios del cacao, la amplitud y variación anuales de los ciclos de producción, y la extraordinaria capacidad de reproducción de *Monilia rozeri*, la aplicación de fungicidas ha sido generalmente considerada económicamente riesgosa, y las recomendaciones en esos países para el combate de moniliasis se reducen actualmente a medidas culturales: remoción frecuente de los frutos enfermos, en algunos casos con enterrado o destrucción química de los mismos (1), podas de los árboles de cacao y de sombra para mejorar la circulación de aire y bajar la humedad relativa (1, 4), y otras de efecto principalmente sobre el rendimiento, como el mejor drenaje y el combate de malezas (1, 6).

Existe aún incertidumbre sobre si en las áreas cacaoteras de Costa Rica se podrá mantener la moniliasis a un nivel tolerable, o si, como ocurrió en Sur América (4), ciertas regiones muy lluviosas y ciertos cacaotales muy improductivos o susceptibles tendrán que abandonarse. Por otro lado, la situación podría ser más manejable en Costa Rica que en Ecuador y Colombia, dado que aquí no se tiene aún la escoba de bruja (causada por *Crinipellis pernicioso*) (4). La remoción periódica de los frutos enfermos es una medida indispensable (4), pero falta información sobre la frecuencia con que debe aplicarse esta operación y especialmente, sobre si se deben o no destruir los frutos removidos; en algunos lugares se recomienda dejarlos sobre el suelo (4), en otros enterrarlos, operación que resulta bastante costosa (1).

Por otra parte, recientemente han aparecido fungicidas de gran actividad contra *M. rozeri*, como el clorotalonil. Si bien estos productos son de alto precio, su aplicación limitada bajo condiciones que permitan usarlos con máxima eficiencia (mediante concentración en el tiempo o en el espacio de los frutos menores de tres meses, que son los susceptibles) podría constituir un método viable de combate (2).

Con el fin de aportar información sobre estas posibilidades, para una región cacaotera costarricense, se diseñó el presente experimento con los siguientes objetivos: a) evaluar el efecto de la protección de mazorcas jóvenes con un fungicida de reconocida eficacia, en contraste o en combinación con la destrucción de las mazorcas removidas,

sobre la incidencia de moniliasis; b) determinar el efecto de ambas medidas sobre el rendimiento del cacao y por ende, su factibilidad económica; c) conocer la relación entre el desarrollo de la cosecha y el de la moniliasis durante el año en la zona de Matina, representativa de la región Atlántica Central de Costa Rica. El trabajo se desarrolló de principios de 1981 a mediados de 1982.

MATERIALES Y METODOS

El experimento se estableció en la finca experimental La Lola, del CATIE, en el Cantón de Matina, a 60 msnm, con temperaturas mínima y máxima promedio de 20 y 30 C, respectivamente, y 3.600 mm anuales de lluvia promedio; ocupó 1,8 ha, con árboles híbridos para producción comercial de 13 años de edad, originalmente sembrados a 3 x 2 m, de los que queda una población de 1100 árboles/ha. La parcela experimental fue de 42 x 24 m; la parcela útil tuvo 24 x 12 m y un promedio de 33 árboles.

Los tratamientos evaluados fueron:

- 1) Testigo: remoción quincenal de mazorcas enfermas, que se dejaron donde cayeron sin alteración alguna.
- 2) Destrucción de las mazorcas removidas, mediante amontonamiento y aspersión con gasóleo (diesel) cuando pasaban de 30 por parcela (en enero y febrero), y mediante enterrado cuando fueron menos (a partir de marzo 81). El diesel actúa como erradicante sobre el estroma.
- 3) Aplicación quincenal de clorotalonil 0,75 o/o (1,5 litros Daconil-500/100 litros de agua) a frutos jóvenes (menores de 3 meses). La aspersión se hizo con bomba de motor, cuando hubo muchas mazorcas menores de 15 cm (seis aplicaciones entre mayo-julio) y con bomba manual, cuando disminuyó el número de mazorcas jóvenes (cuatro aplicaciones en agosto-setiembre); los volúmenes gastados fueron de 220 y 87 litros/ha/aplicación, respectivamente.
- 4) Destrucción de mazorcas removidas más aplicación de fungicida (combinación de tratamientos 2 y 3).

Los tratamientos se distribuyeron en un diseño de bloques al azar con cuatro repeticiones, para

un arreglo factorial de 2 x 2. La destrucción de mazorcas removidas se realizó de enero a diciembre de 1981, pero la aplicación de fungicida empezó en mayo, cuando hubo suficientes mazorcas jóvenes, y se suspendió en setiembre.

Las mazorcas con síntomas de moniliasis, así como las mazorcas maduras fueron removidas y contadas, quincenalmente, hasta marzo y mayo de 1982, respectivamente; también se removieron y contaron las mazorcas con pudrición negra (causada por *Phytophthora palmivora*). Con los datos quincenales se estimó el porcentaje de infección por moniliasis mediante la siguiente fórmula:

$$i_x = \frac{(r_x + 4) \times 100}{(r_x + 4) + (c_x + 8)}$$

donde, i_x = porcentaje de mazorcas infectadas en la quincena x ; $r_x + 4$ = No. de mazorcas con síntomas removidas 4 quincenas después; $c_x + 8$ = No. de mazorcas sanas maduras cosechadas 8 quincenas después (para este cálculo, las mazorcas con pudrición negra se sumaron a las maduras).

RESULTADOS Y DISCUSION

Condiciones climáticas

Las condiciones climáticas durante el período experimental, con pocas excepciones, no se desviaron mucho del promedio general de la zona. Las temperaturas máximas y mínimas promedio fueron 19,2 C y 30,6 C, con escasa variación entre épocas del año. La precipitación promedio mensual fue de 295 mm, con grandes variaciones; el período más lluvioso (929 mm) fue noviembre de 1981; el más seco, enero de 1982 (82 mm).

Incidencia general de moniliasis

Independientemente de los tratamientos, la incidencia general de moniliasis (porcentaje de mazorcas jóvenes que se infectó) fue muy alta al principio, bajó a mediados y volvió a subir a finales del año 1981, para bajar un poco más rápidamente a principios de 1982, Figs. 1 y 2. Es probable que la alta incidencia ocurrida de agosto a diciembre se debiera principalmente a la mayor actividad de cosecha ejecutada en el período, con la consecuente agitación de las fuentes de inóculo,

así como a la mayor humedad relativa (8). En todo caso, no fue este el período en que hubo más mazorcas tiernas en desarrollo; las mazorcas que constituyeron el mayor pico de fructificación empezaron a desarrollarse a partir de marzo, y buena parte de ellas logró superar su etapa de mayor susceptibilidad en el período en que hubo menor incidencia, probablemente debido a la escasez de fuentes de inóculo (abril-junio); esto le permitió a la mayoría escapar a la infección y alcanzar la madurez aprovechable, constituyéndose así en el principal pico de cosecha, que fue recogido de agosto a noviembre.

El pico secundario de cosecha, que generalmente se presenta cerca de abril y mayo en la región de Matina (10), no se desarrolló en 1981, Figs. 1 y 2 y fue muy reducido en 1982 (8); esto se debe a que la mayoría de las mazorcas que hubieran constituido estos picos fueron infectadas por *Monilia* en cada caso a fines del año anterior y eventualmente fueron removidas.

A pesar de que la remoción quincenal de mazorcas enfermas se aplicó con más cuidado que el que cabría esperar en un cacaotal comercial, gran número de esas mazorcas ya estaban esporulando profusamente al ser removidas; esto se atribuye a que muchas pasaron desapercibidas cuando estaban en la etapa de síntomas incipientes, difíciles de detectar; las dos semanas adicionales que permanecieron en la rama son suficientes para alcanzar el máximo de esporulación (8). No hay duda de que estas mazorcas esporulantes constituyeron la principal fuente de inóculo, ya que en experimentos complementarios se comprobó que el número de conidios liberados por fuertes sacudidas mecánicas, es miles de veces mayor que el liberado por la brisa en períodos equivalentes (5).

En total, más del 50 o/o de las mazorcas producidas se perdió por moniliasis y alrededor del 6 o/o por la pudrición negra, Cuadro 1.

Efecto de la destrucción de mazorcas

El efecto de la destrucción de mazorcas fue contrario a lo esperado, ya sea que se considere el período en que esta práctica se aplicó al mismo tiempo que se aplicaban fungicidas (mayo-setiembre), o la totalidad del año, Cuadro 1 y Fig. 1. El análisis factorial indicó que la incidencia de moniliasis fue consistentemente mayor ($P < 0,10$) en las

CUADRO 1. Efecto de la destrucción de mazorcas removidas, y de la aplicación del fungicida clorotalonil a mazorcas jóvenes, sobre la incidencia de moniliasis, pudrición por *Phytophthora* y rendimiento de un cacaotal híbrido en la finca La Lola, en 1981-82.

Tratamiento	Incidencia moniliasis (o/o mazorcas infectadas)			Incidencia <i>Phytophthora</i> (o/o) (en.-dic.)	Rendimiento mayo 81 – abril 82 (mazorcas sanas /ha)
	mayo-setiembre 81 (a)	enero-diciembre 81	enero-febrero 82 (b)		
1. Testigo (remoción mazorcas enfermas)	52,3	58,9	54,4	14,0	6185
2. Destrucción mazorcas removidas *	59,4	66,5	63,4	4,5	6541
3. Aplicación fungicida (mayo-set) *	41,7	55,0	58,9	13,3	9083
4. Destrucción + fungicida (2 + 3) *	43,3	57,4	55,4	6,9	7157

a Período de aplicación del fungicida (Daconil-500) en tratamientos 3 y 4.

b Período post-experimento, sin tratamientos excepto remoción y cosecha.

* Los tratamientos 2, 3 y 4 incluyen también la remoción de mazorcas enfermas.

parcelas donde se destruyeron las mazorcas removidas (tratamientos 2-4, $\bar{x} = 62$ o/o) que en donde se dejaron sin alterar sobre el suelo (tratamientos 1-3, $\bar{x} = 57$ o/o). Esto probablemente se debe a que hay una liberación adicional de inóculo, cuando las mazorcas enfermas se recogen y se amontonan o se depositan en un hueco; las que permanecen quietas donde cayeron, en cambio, tienen poca posibilidad de liberar inóculo adicional, según se demostró en experimentos complementarios (5).

Por el contrario, hubo una incidencia significativamente menor ($P < 0,05$) de pudrición negra en las parcelas con destrucción (tratamientos 2-4, $\bar{x} = 5,7$ o/o) que en donde no hubo destrucción (tratamientos 1-3, $\bar{x} = 13,7$ o/o). Esto sugiere que las mazorcas que quedan intactas sobre el suelo están en capacidad de producir y liberar cantidades importantes de esporangios de *Phytophthora palmivora*.

Efecto del fungicida

La aplicación de clorotalonil (tratamientos 3-4) hizo disminuir moderada pero significativamente ($P < 0,05$) la incidencia de moniliasis, y aumentar el rendimiento ($P < 0,01$), con relación a las parcelas sin fungicida (tratamientos 1-2) (Cuadro 1, Fig. 2); el efecto fue más marcado donde no se perturbaron las mazorcas removidas (tratamiento 3). El hecho de que el efecto del clorotalonil fuera mayor sobre el rendimiento que sobre la incidencia obedece a que en las parcelas tratadas se desarrolló un total de mazorcas mayor que donde no hubo fungicida; por lo tanto, si bien la proporción de mazorcas tratadas que se infectó fue considerable ($\bar{x} = 56$ o/o), el 44 o/o restante constituyó una cosecha aceptable ($\bar{x} = 8120$ mazorcas/ha); un efecto similar, con este y otros fungicidas, fue detectado por Rodríguez (9) en Cahuita, Costa Rica y por Cronshaw (2) en Pinchilingue, Ecuador.

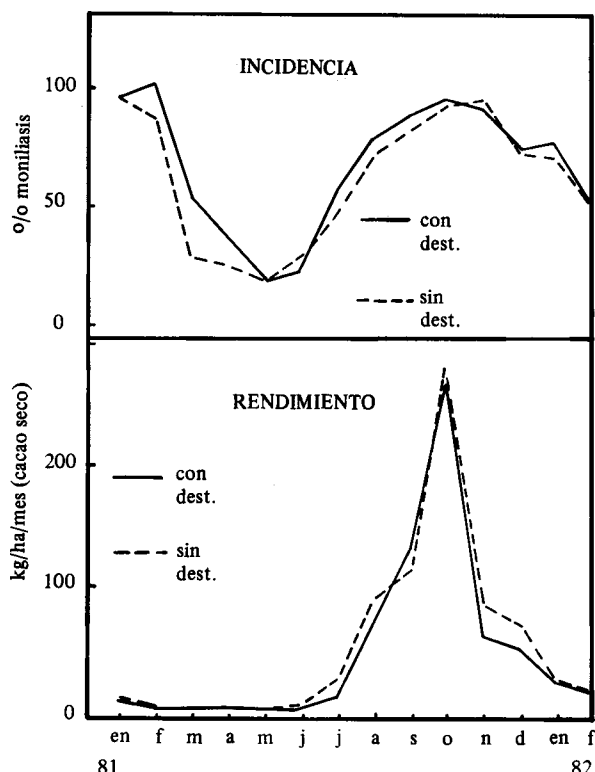


FIGURA 1. Efecto de la destrucción de mazorcas removidas sobre la moniliasis y el rendimiento del cacao en La Lola (Matina) - 1981 - 1982.

La magnitud de la diferencia entre el mejor tratamiento fungicida (tratamiento 3) y el testigo, empero, no fue suficiente como para compensar el costo del tratamiento; este se estimó en \$ 6.600/ha, de los cuales cerca de 3/4 correspondieron al costo del Daconil-500 y el resto a la mano de obra y depreciación de equipo, para las 11 aplicaciones; el valor del incremento de cosecha atribuible al fungicida (9083-6185 = 2898 mazorcas/ha), se calculó en sólo \$ 5.880/ha (los datos son con base en los precios de mayo de 1981 para la aplicación de fungicida, y de noviembre del mismo año para la cosecha).

Con todo, los resultados de otros experimentos (2, 7, 9), sugieren que el costo de aplicación se puede reducir usando solamente bomba manual, concentrando las aplicaciones en un período de sólo 3 meses y utilizando productos casi tan eficaces y de menor costo que Daconil-500. Esto requiere experimentación adicional.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. La remoción quincenal de mazorcas enfermas practicada durante este experimento sería demasiado espaciada bajo condiciones comerciales; en dos semanas muchas mazorcas enfermas pasan de la fase de síntomas incipientes a la esporulación masiva. Por lo tanto, las mazorcas con síntomas deben removerse semanalmente, para no dar tiempo a que empiecen a esporular, especialmente durante el período en que la mayoría de las mazorcas están tiernas (abril a julio).
2. Los problemas que presentó la destrucción de las mazorcas removidas, por tratamiento químico o enterrado, hacen que sea más expedito dejar dichas mazorcas sin perturbar, sobre el suelo, donde rápidamente pierden la capacidad de liberar inóculo (5).

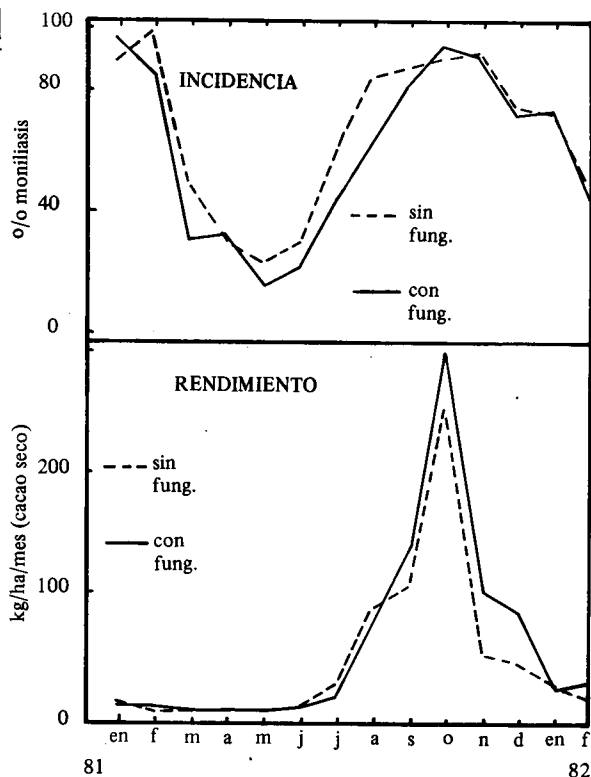


FIGURA 2. Efecto del fungicida clorotalonil sobre la moniliasis y el rendimiento del cacao en La Lola (Matina) - 1981.

3. La aplicación de fungicidas puede resultar antieconómica en cacaotales con niveles de productividad y distribución de la cosecha como el usado en esta prueba (700 – 1000 kg/ha potenciales, distribuidos a lo largo de casi todo el año, con uno o dos picos no siempre muy pronunciados; 10). Sin embargo, en cacaotales con muy alta productividad potencial, o con la cosecha concentrada en un solo pico bien definido, es posible que la aplicación de fungicidas con un alto criterio de eficiencia resulte rentable. Tal criterio implica aplicar sólo cuando la mayoría de las mazorcas están muy tiernas, no pasar de unas seis aplicaciones a intervalos quincenales, y usar bomba manual para dirigir selectivamente el fungicida a las mazorcas. Conviene buscar productos de eficacia comparable y costo inferior al clorotalonil (2, 7).

4. La época de mayor incidencia (frecuencia de infecciones en mazorcas jóvenes) no coincide necesariamente con la mayor cantidad de mazorcas jóvenes (abril-junio de 1981), sino con la de mayor actividad de cosecha (que en 1981 ocurrió en agosto-diciembre); probablemente esto se debe a que en la época de cosecha hay más fuentes de inóculo (mazorcas grandes esporulantes) y más agitación de las mismas. El inicio del desarrollo de las mazorcas que luego constituyen el pico principal de cosecha coincide con el período de menor incidencia (abril-junio), de manera que un buen porcentaje de las mazorcas jóvenes puede escapar a la moniliasis; estas son las que conviene proteger más cuidadosamente.

5. La distribución anual de la curva de infección sugiere que se puede eliminar la totalidad de las mazorcas tres o cuatro meses después del pico principal de cosecha, porque para entonces la gran mayoría de ellas estará infectada (Cuadro 1, figs. 1 y 2); esto podría estimular una floración uniforme en un período posterior, ya sin fuentes de inóculo, y por ende hacer más factible que aplicaciones limitadas de fungicidas den un control eficiente. También se debe evaluar la polinización artificial como un medio de concentrar la producción, no sólo en un período breve sino en las partes bajas del árbol (2, 7), lo que favorecería doblemente la eficiencia de los fungicidas.

RESUMEN

Durante un año se evaluaron dos métodos

de combate contra la moniliasis del cacao, como complemento a la remoción semanal de mazorcas enfermas, en la finca La Lola, del CATIE. Diez aplicaciones quincenales del fungicida clorotalonil solo redujeron la incidencia anual de moniliasis de 63 a 56 o/o, pero aumentaron el rendimiento de 6185 a 9083 mazorcas/ha, si bien esto no fue suficiente para compensar el costo del tratamiento. La destrucción (mediante aspersión con gasóleo (diesel) o enterrado) de las mazorcas enfermas, removidas quincenalmente, hizo aumentar ligeramente la moniliasis y no afectó el rendimiento, por lo que se consideró contraproducente. La combinación de ambos tratamientos no alteró su efecto individual.

La incidencia de moniliasis en testigos fue relativamente baja (cerca de 30 o/o) de marzo a junio y muy alta (más de 80 o/o) de agosto a enero; se considera que podría reducirse con sólo remover mazorcas semanal en vez de quincenalmente, sin destruirlas. Los fungicidas sólo se justificarían en aplicaciones limitadas, dirigidas sólo a frutos jóvenes, en cacaotales muy productivos.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen el invaluable apoyo y estímulo del Dr. Gustavo Enríquez, del Programa de Cacao del CATIE, así como la colaboración de su personal en la finca La Lola, en especial de su administrador, Sr. Miguel Cerdas.

LITERATURA CITADA

1. BARROS, O. El control de la moniliasis en "Cacaoteras del Dique". El Cacaotero Colombiano 15: 31-44. 1980.
2. CRONSHAW, D.K. Fungicide application together with cultural practices to control cocoa diseases in Ecuador. Tropical Agric. 56(2): 165-170. 1979.
3. DELGADO, J.C. Efecto de diversas dosis de óxido cuproso y zineb aplicados a bajo volumen en el control de la Monilia en el cacao. Turrialba 13(2): 130-131. 1963.
4. EVANS, H.G. Pod rot of cacao caused by *Moniliophthora (Monilia) roreri*. Phytopathological Papers No. 4, Commonwealth Mycological Institute, Kew, Surrey, H.K. 1981. 44 p.

5. GONZALEZ, L.C. Efecto de las fuentes de inóculo sobre las posibilidades de combate de la moniliasis del cacao. Resúmenes, I Jornadas de Investigación, Universidad de Costa Rica, 1981. pp. 28-29.
6. JORGENSEN, H. *Monilia* pod rot of cacao in Ecuador. *Cacao* 15(4): 4-13. 1970.
7. MURILLO, D. Evaluación de nuevos fungicidas para el combate de *Monilia rozeri*, causante de la moniliasis del cacao. Tesis Ing. Agr., Universidad de Costa Rica, Facultad de Agronomía. 1983. 42 p.
8. PORRAS, V.H. Epifitología de la moniliasis (*Monilia rozeri*) del cacao y su relación con la producción del árbol en la zona de Matina. Tesis Ing. Agr., Universidad de Costa Rica, Facultad de Agronomía, 1982. 50 p.
9. RODRIGUEZ, J.F. Avance de la investigación sobre monilia del cacao (*Monilia rozeri*) en Costa Rica. Resúmenes, IV Congreso Agronómico Nacional. San José, C.R., 1980. p. 58.
10. TROJER, H. El clima y el desarrollo de la producción de cacao en la finca "La Lola". *Cacao* 13(4): 1-9. 1968.