

CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA

CATIE

SECRETARÍA DE AGRICULTURA
Y GANADERÍA
INSTITUTO NACIONAL DE
ESTADÍSTICA Y CENSO
C. I. D. I. A.
Turrialba, Costa Rica

Departamento de Producción Vegetal

Problema Especial

Eficacia de la reducción de fuentes de inóculo primario
de Monilia rozeri, al final del ciclo productivo del
cacao, en el combate de la moniliasis

✓
V́ctor Hugo Porras Umaña
Estudiante

Luis Carlos González U., Ph. D.
Profesor Consejero

Gustavo A. Enríquez, Ph. D.
Profesor Consejero

Turrialba, agosto de 1984

INDICE DE CONTENIDO

	Página
Indice de Cuadros	ii
Indice de Figuras	iii
I. ANTECEDENTES	1
II. OBJETIVOS	2
III. MATERIALES Y METODOS	3
IV. RESULTADOS	6
V. DISCUSION	19
VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	21
VII. LITERATURA CITADA	22

INDICE DE CUADROS

Cuadro N°		Página
1	Frutos producidos durante el período de análisis del efecto de la purga, marzo a agosto de 1983, y su correspondiente desarrollo a remoción por moniliasis o a cosecha sana	7
2	Resumen de información para la incidencia de moniliasis y producción de cacao para cada tratamiento, de febrero de 1983 a febrero de 1984.	8
3	Detalle de la producción y costos del ensayo, La Lola, febrero 83 a febrero 84	10
4	Incidencia de moniliasis para cada tratamiento durante el tiempo de observación, La Lola.	11
5	Resumen de comparaciones entre las medias de tratamientos.	15
6	Datos meteorológicos de la finca La Lola, 1983	16
7	Datos meteorológicos promedio de 1952 a 1983	17

INDICE DE FIGURAS

Figura N°		Página
1	Esquema de parcelas y subparcelas para la prueba de reducción de inóculo primario de <u>Monilia</u> (purga), combinada con fungicidas (F), en Finca "La Lola", Matina, 1983.	4
2	Efecto de la combinación purga con aplicación de fungicidas (p + f) sobre la incidencia de moniliasis, en comparación con el testigo (t), La Lola, 1983	12
3	Efecto de la combinación purga con aplicación de fungicidas (p + f) sobre la incidencia de moniliasis, en comparación con solo purga (p), La Lola, 1983. (Fuente: Cuadro 4)	13
4	Efecto de la aplicación de fungicidas (f) sobre la incidencia de moniliasis, en comparación con el testigo (t), La Lola, 1983, (Fuente: Cuadro 1)	14
5	Transcurso relativo de diferentes elementos climáticos en Finca La Lola, durante el año 1983 (Fuente: Cuadro 6).	18

I. ANTECEDENTES

A través de los resultados obtenidos en el proyecto "Epifitiología y Combate de la Moniliasis del Cacao" (1), de la Universidad de Costa Rica, iniciado en 1980 en coordinación con el CATIE y el MAG, en la región Atlántica, hay indicaciones de que más del 80% de las frutas formadas de setiembre a febrero son infectadas por M. roreri; esto sugirió un método de combatir la moniliasis basado en remoción de todas las fuentes de inóculo, para lo cual se llevó a cabo un trabajo preliminar, en el que se redujo las fuentes de inóculo primario mediante la remoción total de frutas (purga) al final del ciclo productivo. El experimento se inició en febrero y se concluyó en noviembre de 1982; el porcentaje de frutos tiernos infectados (incidencia) en una parcela purgada fue de 67,9 y de otra que sirvió de testigo 48,6%, si bien en el rendimiento las diferencias fueron menos desfavorables (135 y 181 kg cacao seco/ha, respectivamente).

Estos resultados contradictorios se atribuyeron en parte a que el pico de cosecha de la parcela testigo (y el resto de la finca) se adelantó un mes, con relación a la purgada. Este adelanto inesperado del ciclo de cosecha de la región, de dos meses con relación al promedio, se atribuye a que el mes de enero de 1982 fue excepcionalmente seco, por lo que la fisiología del árbol de cacao se alteró; de manera que la mayor concentración de frutas tiernas en la parcela testigo (y resto de la finca), pasó su período de mayor susceptibilidad en marzo, con relativamente poco inóculo y tiempo seco, mientras que los de la parcela purgada pasaron por dicho período en abril, con más inóculo y tiempo lluvioso.

Otro factor a considerar fue que el borde de la parcela purgada fue insuficiente (10 m), en especial si se considera el alto nivel de moniliasis de la vecindad.

A pesar de esos resultados, el hecho de que se "manejó" el pico de producción en la parcela purgada, adelantándolo en relación a lo que es usual, permitía suponer que en años normales, y en áreas más grandes, el método puede producir una cosecha relativamente adelantada, concentrada en el tiempo y que escape mejor a la moniliasis.

El trabajo concluye recomendando evaluar el procedimiento en 1983, pero en una parcela de una hectárea, con lo cual se obtendría un borde más ancho.

Se decidió repetir así la prueba, con la esperanza de una distribución "normal" del ciclo de cosecha, ampliando el borde a 25 m y combinando la purga con aplicación de fungicidas.

II. OBJETIVOS

- A. Determinar si la remoción total de las fuentes potenciales de inóculo, al final del ciclo productivo permite que las frutas formadas en la subsiguiente floración principal se desarrollen en un medio esencialmente libre de inóculo durante su etapa de mayor susceptibilidad.
- B. Verificar si esta práctica estimula un pico de producción más definido en el tiempo y una producción total mayor.

- C. Determinar si la población de frutos jóvenes generada por esta práctica puede ser significativamente protegida por unas pocas aplicaciones de fungicidas.

III. MATERIALES Y METODOS

A. Localización del Area Experimental

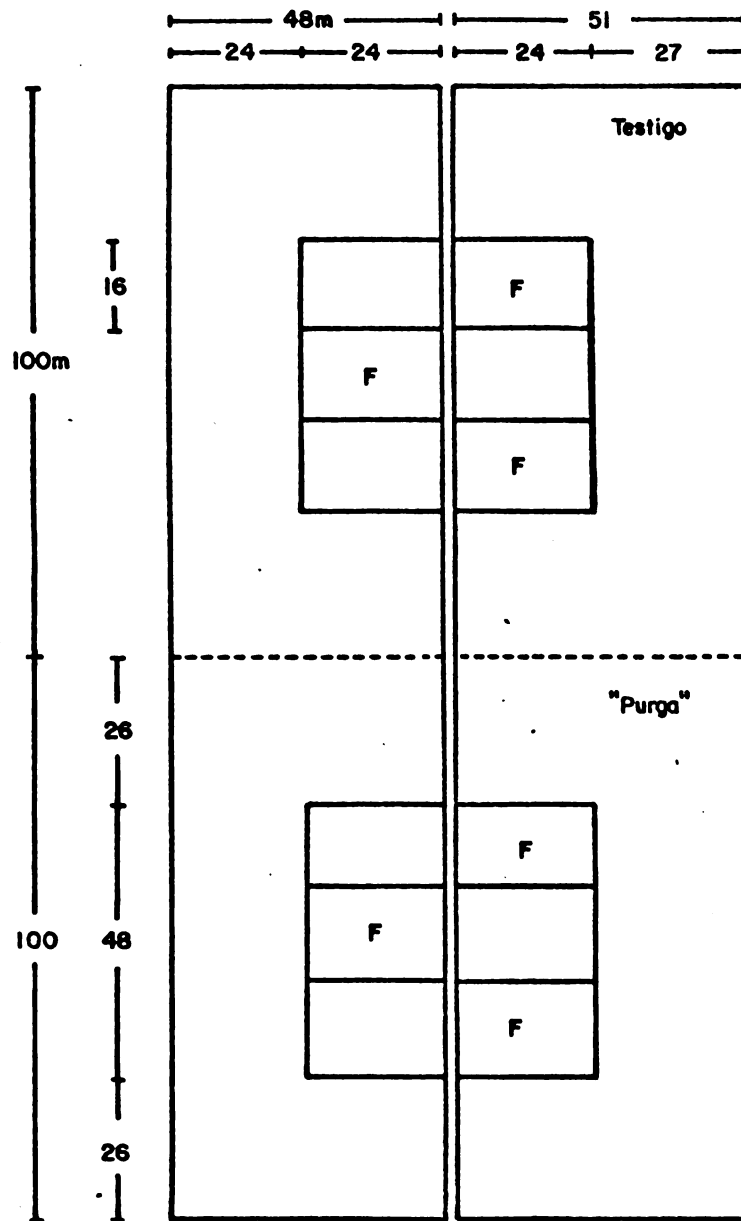
El estudio se llevó a cabo en la Finca Experimental "La Lola", propiedad del CATIE, ubicada en el Distrito de Bataan, Cantón de Matina, Provincia de Limón, a 83°25' de longitud oeste y 10°05' de latitud norte, aproximadamente a 60 msnm. La precipitación promedio anual es de 3631 mm, las temperaturas medias máxima y mínima de 29,9 y 20,4°C, la humedad relativa media a las 18 h de 92,2% y la mínima de 60,8%.

B. Material Experimental

Se utilizaron árboles de cacao de una plantación con 15 años de edad, sembrados a distancias de 2 x 3 m, en la Sección 8. El material es híbrido para producción comercial, provenientes del cruce de los siguientes clones: UF-676 x IMC-67; UF-613 x Catongo; Catongo x Pentágona; SCA-12 x UF-613 y R-2 x Pound-12.

C. Procedimiento General

Se emplearon 2 ha como área experimental (Fig. 1). En la parcela norte, de 100 x 100 m, se removieron (purgaron) todas las frutas visibles, sanas o enfermas, en febrero de 1983. En la parcela sur, también de 100 x 100 m, no se removieron las frutas. En ambas se hizo una poda moderada.



Esquema de parcelas y subparcelas para la prueba de reducción de inóculo primario de *Monilia* (purga), combinada con fungicidas (F), en Finca "La Lola", Matina, 1983.

Esc: 1m = 0,75 mm

Dentro de cada parcela se marcaron 6 subparcelas de 16 x 24 m, todas juntas, rodeadas de un borde de 26 m; la mitad de las subparcelas recibió 6 aplicaciones quincenales de fungicida a partir del 27 de mayo, las 2 primeras con clorotalonil 0,75% (1,5 l Bravo-500/100 l de agua) y las subsiguientes con óxido cuproso 0,40% (500 g cobre sandoz/100 l de agua); las aplicaciones fueron dirigidas a las frutas jóvenes, con bomba manual.

Las frutas con moniliasis (causada por M. roreri) se removieron cada semana y las sanas maduras se cosecharon por quincena, para toda el área experimental. Con los datos se estimó el porcentaje de infección de frutos jóvenes (incidencia) quincenalmente, mediante la siguiente fórmula (2):

$$Ix = \frac{(Rx + 4) (100)}{(Rx + 4) + (Cx + 8)}$$

donde, Ix = porcentaje de frutas jóvenes (uno o dos meses de edad) infectadas en la quincena x; Rx+4 = número de frutas con síntomas removidas 4 quincenas después; Cx+8 = número de frutas sanas maduras cosechadas 8 quincenas después de x.

Las mediciones se iniciaron en abril de 1983, y se terminaron en febrero de 1984; con ellas se determinó el porcentaje de infección de frutas tiernas por M. roreri, de marzo a octubre de 1983, a la vez que se registraron los valores promedio correspondientes de la temperatura y la humedad relativa, así como la precipitación y brillo solar.

Toda la información mencionada se expresó en valores promedio mensuales. Esto se analizó a través de comparaciones entre las medias de tratamientos (Prueba de t-student); se determinó el grado de correlación entre el porcentaje de infección y cada uno de los elementos climáticos. También se hizo un estudio económico de los tratamientos.

IV. RESULTADOS

El efecto de la remoción total de las fuentes potenciales de inóculo (purga), se analizó hasta 6 meses después de aplicado el tratamiento. El resumen de la información se presenta en el Cuadro 1. El total de frutas producidas en la parcela purgada fue de 511 y en la testigo (sin purga) de 580, diferencia de producción que no se considera suficientemente importante. La incidencia de la moniliasis fue en promedio de 62 y 86%, para la parcela purgada y la testigo respectivamente; la diferencia en sanidad sí fue significativa.



Cuadro 1. Frutos producidos durante el período de análisis del efecto de la purga, marzo a agosto de 1983, y su correspondiente desarrollo a remoción por moniliasis o a cosecha sana.

Subparcelas	No. de frutos de cacao		Incidencia de moniliasis (%)
	Removidos con moniliasis	Cosechados sanos	
<u>Purgadas</u>			
1, 3 y 5	161	134	55
2, 4 y 6	148	68	69
	309	202	511 $\bar{x} = 62$
<u>No purgadas</u>			
7, 9 y 11	310	46	87
8, 10 y 12	189	35	85
	499	81	580 $\bar{x} = 86$

Para medir el efecto de la combinación purga-aplicación de fungicidas, la toma de datos se continuó hasta febrero de 1984. El resumen de la información se expresa en el Cuadro 2. El mayor efecto, tanto para reducir la incidencia como para aumentar la producción se obtuvo en la parcela purgada y dentro de ella la que recibió aplicaciones de fungicida.

Cuadro 2. Resumen de información para la incidencia de moniliasis y producción de cacao para cada tratamiento, de febrero de 1983 a febrero de 1984.

Subparcela		Incidencia de moniliasis (%) marzo a octubre 1983	Producción: kg cacao seco por hectárea
No.	Tratamiento		
1	Con purga y fungicida	68	210
3	Con purga y fungicida	64	338
5	Con purga y fungicida	63	333
	Promedio	65	294
2	Con purga sin fungicida	72	304
4	Con purga sin fungicida	74	404
6	Con purga sin fungicida	77	164
	Promedio	74	291
7	Sin purga, con fungicida	74	113
9	Sin purga, con fungicida	85	192
11	Sin purga, con fungicida	70	159
	Promedio	76	155
8	Sin purga, ni fungicida	80	190
10	Sin purga, ni fungicida	73	137
12	Sin purga, ni fungicida	87	79
	Promedio	80	135

El estudio de rentabilidad de los tratamientos de purga (con o sin fungicida), en contraste con los que no se purgaron, se presenta en el Cuadro 3. El valor de la cosecha, después de deducidos los costos correspondientes a cada tratamiento, fue superior en cerca de \$10.000 por hectárea en las parcelas donde se practicó la purga.

Al analizar la incidencia mensual de la enfermedad (% de frutas jóvenes infectadas) para cada tratamiento, se observa en la Figura 1 el contraste para los dos extremos de los tratamientos: la combinación purga con aplicación de fungicidas fue más consistente en reducir la incidencia de moniliasis, en comparación con el testigo. Se observa claramente como desde el inicio se reduce la incidencia debido a la práctica de purga, hasta abril; luego aumenta ligeramente durante mayo, para nuevamente disminuir hasta julio debido al efecto de la aplicación de fungicidas. El estudio estadístico de la diferencia entre las medias de estos tratamientos indica que es altamente significativa (Cuadro 5). El incremento de la incidencia durante mayo se vio favorecido aparentemente, por un aumento de precipitación de 211 mm con relación al promedio (Cuadros 6 y 7).

En la parcela purgada, al comparar entre sí las subparcelas con o sin fungicida, la diferencia en la reducción de la incidencia de la moniliasis fue significativa (Cuadro 5), de manera que la sanidad originada al remover los frutos se refuerza en eficiencia con las aplicaciones posteriores de fungicidas (Figura 2).

Dentro de la parcela que no recibió purga, la aplicación o no de fungicidas, no produjo diferencia estadística en incidencia (Cuadro 5). En las

subparcelas que recibieron fungicida se redujo tan solo en un 4% más de la incidencia de la enfermedad. Posiblemente esto sea un efecto del alto nivel de inóculo, que anuló la protección, siempre parcial, del fungicida.

Cuadro 3. Detalle de la producción y costos del ensayo, La Lola, febrero 83 a febrero 84.

Tratamientos subparcelas	Producción		Ventaja sobre el testigo (a)	Costos-¢/ha		Utilidad bruta del tratamiento a-(b+c)
	kg cacao seco/ha	¢/ha*		purga (b)	fungicidas (c)	
1	210	18.270				
3	338	29.406				
5	333	28.971				
\bar{x} =		25.549	13.775	2.892	1.133	9.750
2	304	26.446				
4	404	35.148				
6	164	14.268				
\bar{x}		25.287	13.513	2.892		10.621
7	113	9.831				
9	192	16.704				
11	159	13.833				
\bar{x}		13.456	1.682		1.133	549
8	190	16.530				
10	137	11.919				
12	79	6.873				
\bar{x}		11.774	0			

* a 087,00 kg de cacao seco, durante el ensayo.

Cuadro 4. Incidencia de moniliais para cada tratamiento durante el tiempo de observación, La Lola.

Tiempo-meses 1983	Incidencia (%) de los tratamientos			
	parcela purgada		parcela no purgada	
	con fungicida	sin fungicida	con fungicida	sin fungicida
Febrero	91	94	94	95
Marzo	82	78	94	94
Abril	54	66	86	84
Mayo	63	82	78	83
Junio	60	80	56	68
Julio	49	58	64	71
Agosto	65	71	64	81
Setiembre	70	69	80	84
octubre	74	74	90	84

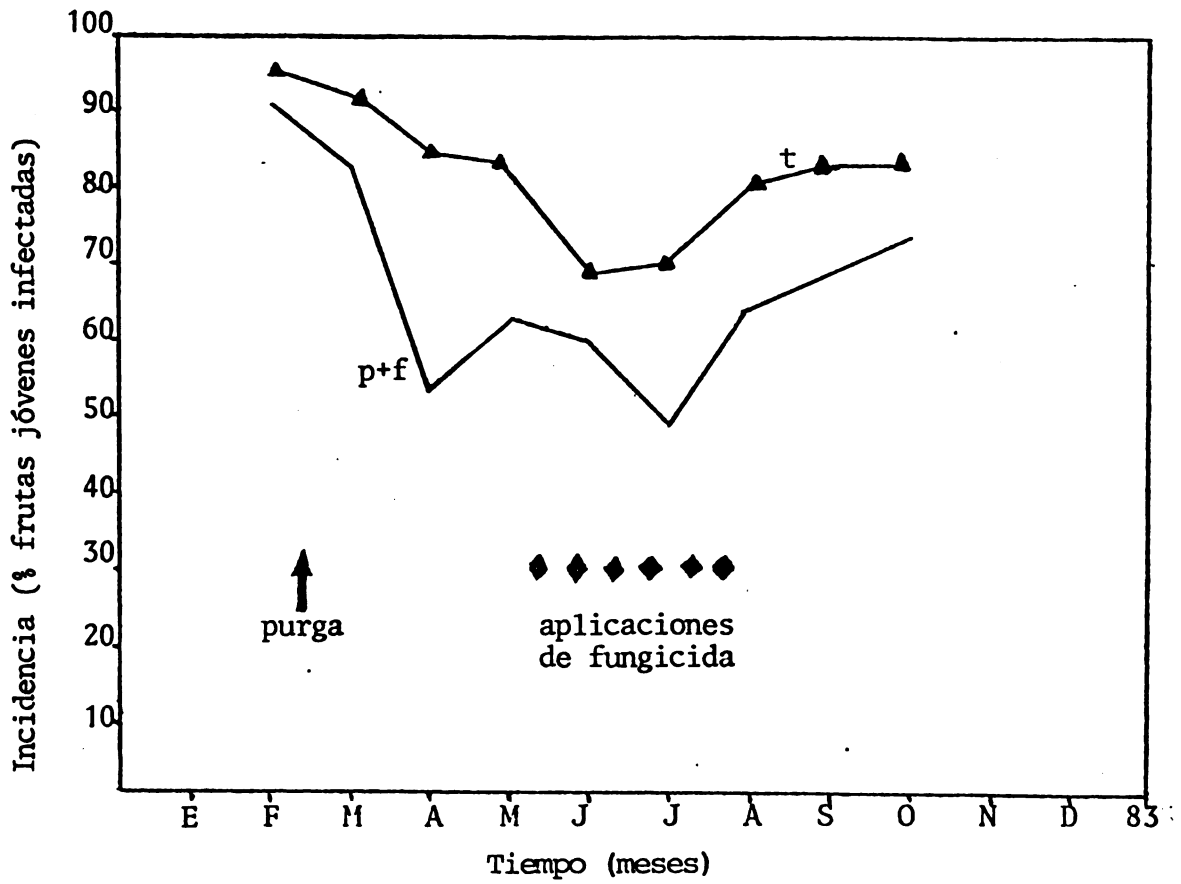


Fig. 2. Efecto de la combinación purga con aplicación de fungicidas (p+f) sobre la incidencia de moniliasis, en comparación con el testigo (t), La Lola, 1983.

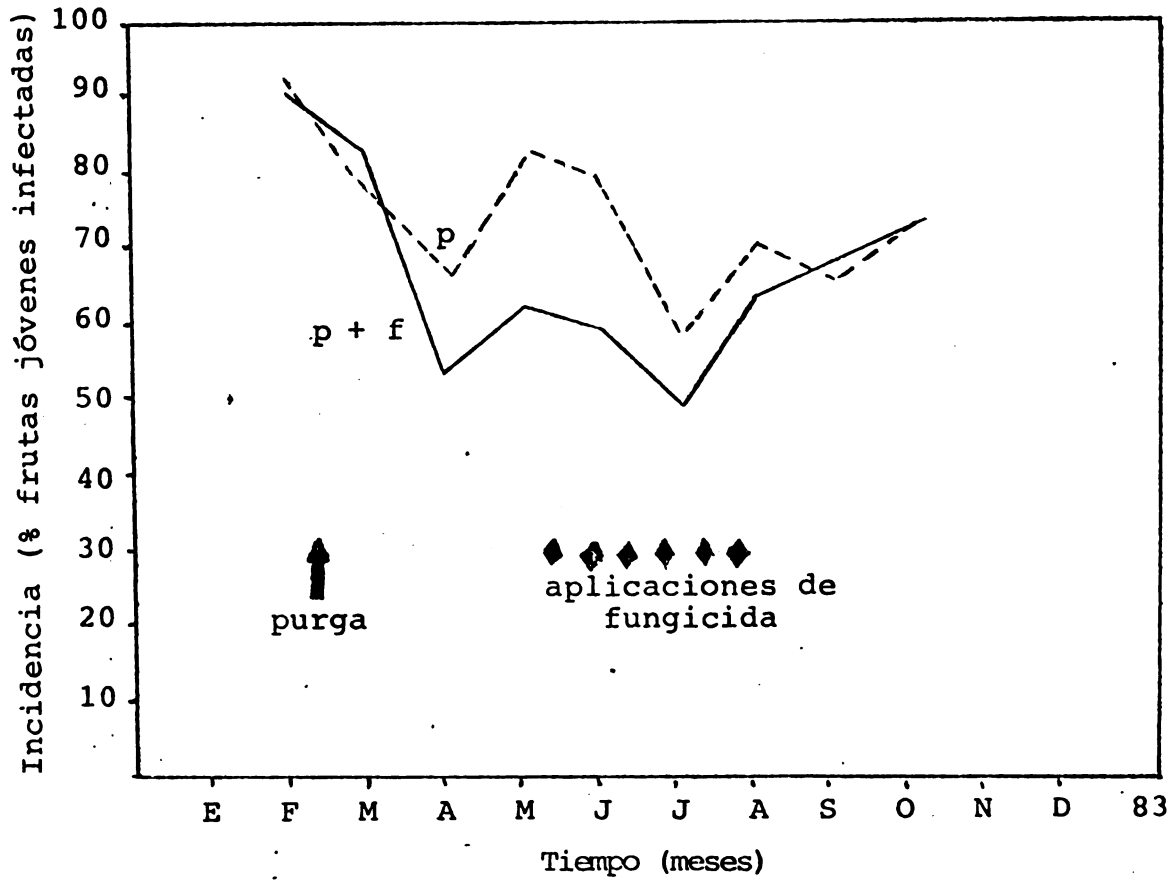


Fig. 3. Efecto de la combinación purga con aplicación de fungicidas (p + f) sobre la incidencia de moniliasis, en comparación con solo purgas (p), La Lola, 1983, (Fuente: Cuadro 4).

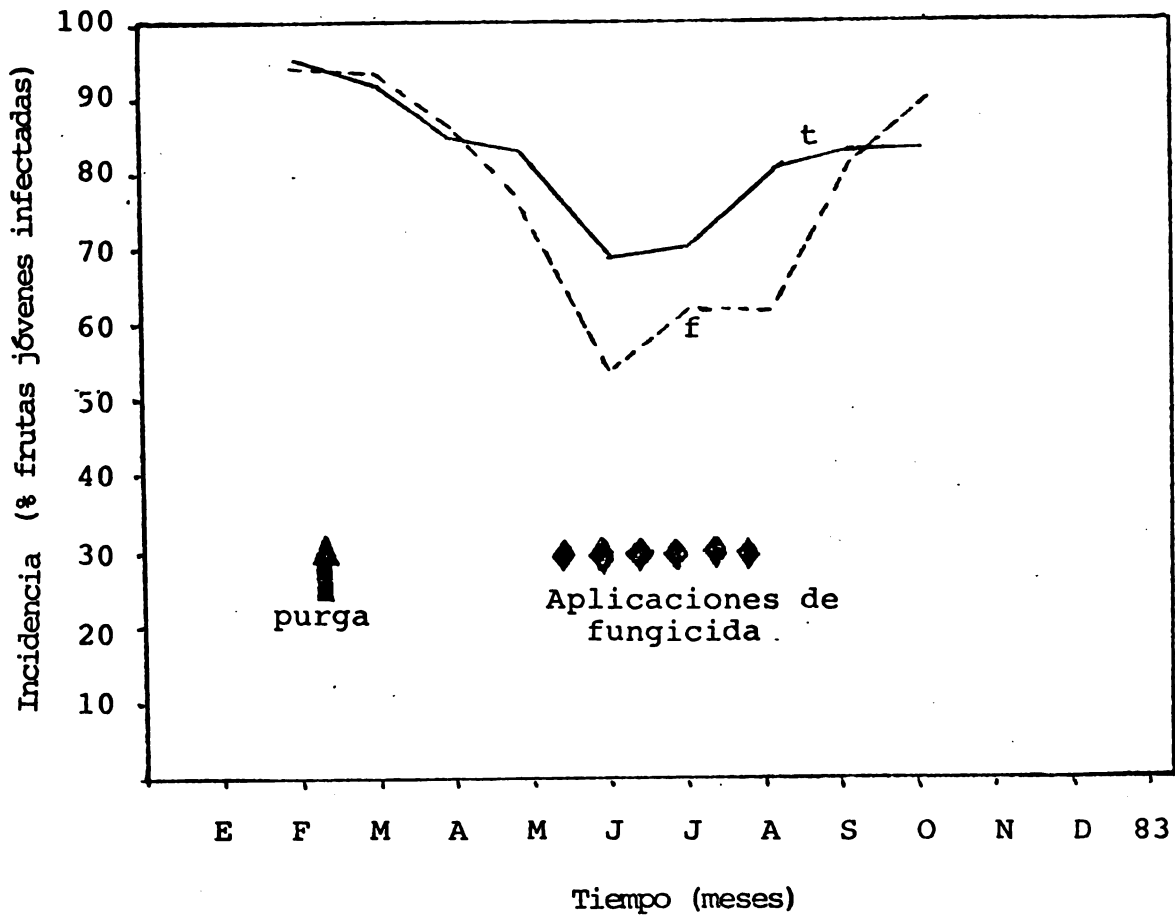


Fig. 4. Efecto de la aplicación de fungicidas (f) sobre la incidencia de moniliasis, en comparación con el testigo (t), La Lola, 1983. (Fuente: Cuadro 4).

Cuadro 5. Resumen de comparaciones entre las medias de tratamientos.

	Parcela purgada		Parcela sin purga	
	con fungicida	sin fungicida	con fungicida	sin fungicida
Parcela purgada				
con fungicida	-	2,00*	3,14**	2,79**
sin fungicida	-	-	2,16**	2,09*
Parcela sin purga				
con fungicida	-	-	-	0,53ns
sin fungicida	-	-	-	-

¹Tc = t-student calculada

* = significativo, $t_t (4 - 0,1) = 1,533$

** = altamente significativo, $t_t (4 - 0,05) = 2,132$

ns = no significativo

"purga" = remoción total de frutos de cacao en un momento dado

Cuadro 6. Datos meteorológicos de la finca La Lola, 1983

Mes-1983	\bar{x} máx	Temperatura °C x gral \bar{x} min	Precip. (P) mm	N° días con lluvia	Brillo solar (B) acumulado-hrs	Balance calórico P/B
Enero	29,6	25,1	266,8	17	117,8	2,26
Febrero	30,2	26,2	98,6	12	128,8	0,76
Marzo	30,5	26,4	305,7	10	127,1	2,40
Abril	31,3	25,2	59,7	14	171,1	0,35
Mayo	30,9	25,5	497,4	19	120,9	4,11
Junio	32,0	26,2	129,4	16	165,0	0,78
Julio	30,8	25,2	344,9	29	86,8	3,97
Agosto	30,8	25,4	334,0	24	127,1	2,63
Setiembre	31,0	25,2	85,2	16	138,0	0,62
Octubre	29,5	24,1	310,1	21	117,8	2,63
Noviembre	30,3	24,4	105,6	18	93,0	1,14
Diciembre	29,9	23,3	201,8	26	101,8	1,98

Cuadro 7. Datos meteorológicos promedio de 1952 a 1983.

Mes-1983	\bar{x} máx	Temperatura °C \bar{x} gral \bar{x} min	Precip. (P) mm	Brillo solar (B) acumulado-hrs	Balance calórico P/B
Enero	29,0	24,4	408,9	123,9	3,30
Febrero	29,8	25,1	232,0	142,8	1,62
Marzo	29,7	24,4	170,3	154,1	1,10
Abril	30,0	24,7	226,5	144,3	1,57
Mayo	30,8	25,2	286,2	145,2	1,97
Junio	31,6	25,1	304,8	112,4	2,71
Julio	31,0	24,8	408,6	107,5	3,80
Agosto	30,3	24,9	293,2	134,4	2,18
Setiembre	30,9	25,1	180,5	144,0	1,25
Octubre	30,4	24,9	250,5	142,3	1,76
Noviembre	29,3	23,7	436,1	120,7	3,61
Diciembre	28,8	23,9	500,7	117,0	4,28

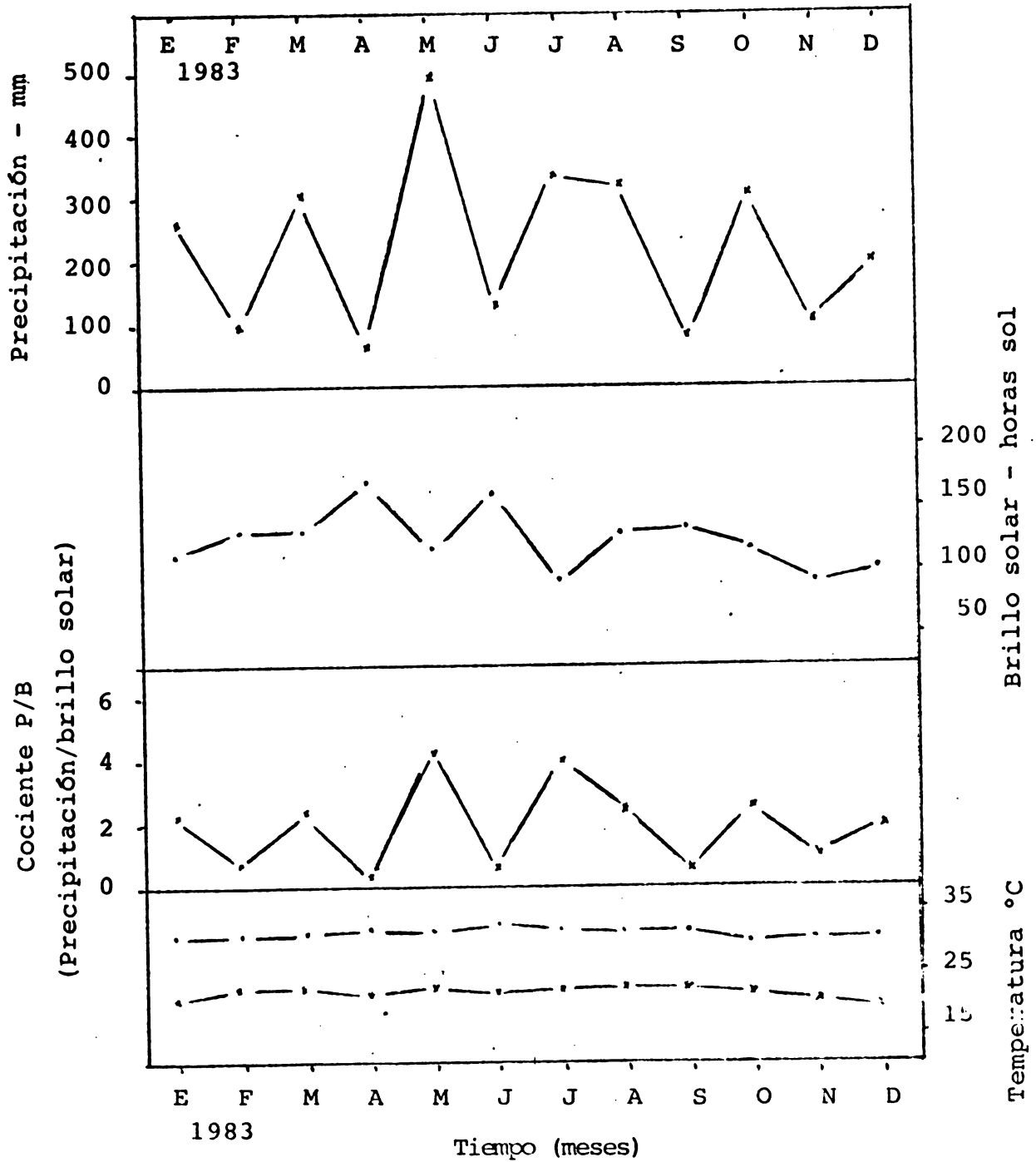


Fig. 5. Transcurso relativo de diferentes elementos climáticos en Finca La Lola, durante el año de 1983 (Fuente Cuadro 6).

V. DISCUSION

La remoción total de las fuentes potenciales de inóculo (purga), que se llevó a cabo durante el mes de febrero de 1983, permitió que las frutas formadas posteriormente se desarrollaran en un medio con menor nivel de inóculo durante los primeros meses y llegaron sanas a cosecha 5 a 6 meses después, en comparación con las frutas de la parcela que no fue purgada; la diferencia en sanidad fue de 24% menos de frutas jóvenes infectadas. En otras palabras, la purga permitió que muchas frutas formadas posteriormente "escaparan" a la enfermedad, al reducirse el inóculo.

La práctica de purga no estimuló un pico de producción que fuera más definido en el tiempo, ni una producción total mayor; la diferencia en rendimiento apenas fue de 13 kg de cacao seco por hectárea con respecto a la no remoción total.

La aplicación de fungicidas aumentó el número de frutas sanas cosechadas, en contraste con las parcelas sin fungicida. Si se compara la combinación purga + fungicida con el testigo, el incremento en cosecha es mucho más sustancial: el rendimiento del testigo es superado en prácticamente 159 kg de cacao seco por hectárea (Cuadro 2).

Durante los primeros dos meses siguientes a la remoción total de las frutas, la purga claramente bajó la incidencia de la moniliasis (Fig. 1); posteriormente el efecto de la purga en bajar incidencia solo se manifestó al ser reforzado por los fungicidas (Fig. 2 y 3). Esto indica que, al formarse en mayo algunas frutas, en parcelas purgadas o no, evidentemente la mayoría fueron afectados, debido inóculo ambiental que llegaba desde toda la finca y la alta precipitación, infectándose prácticamente por igual cerca del 81%, donde se purgó y donde no (Cuadro 4), excepto en el caso donde se aplicó

fungicida a parcelas con inóculo reducido por la purga. Los fungicidas disminuyeron la incidencia en junio, julio y agosto, época de su aplicación (Fig. 1, 2 y 3).

Se comparó la rentabilidad de los tratamientos de purga (con o sin fungicida) en contraste con los que no se purgaron. El valor de la cosecha, después de deducir los costos del tratamiento, fue superior en cerca de $\text{Q}10.000$ por ha en las parcelas donde se practicó la purga. Este valor es relativamente modesto al considerar la supervisión técnica que fue requerida para producirlo, pero promisorio si se considera que el experimento se hizo en condiciones ambientales muy favorables a la enfermedad.

Si bien la reducción de la incidencia fue consistente al combinar la purga y la aplicación de fungicidas, estas medidas solo se justifican en cacao-
tales más productivos que el usado aquí, y donde se pueda reducir mejor el inóculo ambiental; el resto de la finca tuvo una incidencia de 89%, demasiado alta para un óptimo efecto de las medidas evaluadas en este experimento.

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- a) La reducción de fuentes de inóculo primario de Monilia, al final del ciclo productivo de cacao, permite que muchas frutas escapen a la enfermedad.

- b) La combinación de la purga y la aplicación de fungicidas es el tratamiento más consistente en la reducción de la incidencia de la moniliasis.

- c) Estas medidas solo se justifican en cacaotales más productivos que el usado aquí, y donde se pueda reducir mejor el inóculo ambiental.

VII. LITERATURA CITADA

1. GONZALEZ, L.C., et al. Epifitiología y combate de la moniliasis del cacao. Informe anual, 1982. Universidad de Costa Rica, Facultad de Agronomía, enero 1983. 21 p.
2. _____. Evaluación del fungicida clorotalonil y de la destrucción de mazorcas enfermas en el combate de la moniliasis del cacao. Agronomía costarricense 7(1/2):1-7. 1983.