Agronomía Costarricense 16(1): 13-22. 1992.

EVALUACION DE LA REACCION A MONILIASIS EN CLONES E HIBRIDOS DE CACAO EN RIO FRIO, COSTA RICA[1]

Luis Carlos González *
Edgar Vidal Vega *

ABSTRACT

Evaluation of the reaction to moniliasis in cacao clones and hybrids at Río Frío, Costa Rica. Data are presented on the susceptibility to *Moniliophthora roreri* under high inoculum pressure, as well as data on yield, from the sixth year of evaluation of 10 cacao clones and 26 of their hybrids, planted in the very humid tropic at Río Frío.The 36 treatments ranged from 2 to 40% in incidence of moniliasis (average of 4 replications) and from 8 to 114 fruits/tree/year. Most resistant were the hybrids PA-169 x UF-296, UF-296 x PA-169, SIAL-407 x PA-169 and SIAL-407 x UF-296, as well as the clones PA-169, CC-266 and UF-296; the most susceptible were UF-11 x CC-182, EET-48 x CC-266, EET-48 x CC-210, EET-48 x CC-182, EET-59 x CC-182 and clon RB-41. The most productive materials were CC-266 x EET-48, CC-266 x EET-59, CC-210, EET-59 x CC-266 and CC-210 x EET-59. The clones showing most promising progenies were PA-169, EET-59, UF-296 and CC-266, in that order. Out of 11 commercial cultivars planted as borders, to provide reference and inoculum source, IMC-67 and SPA-9 showed resistance and productivity comparable to the best hybrids, while Pound-7, UF-29 and EET-400, even though very productive, proved highly susceptible to moniliasis. During the following year (1990-91), a follow-up was focused on 17 individual, promising hybrid trees, from which 8 were selected, on the basis of their resistance and productivity, to be vegetatively propagated.

INTRODUCCION

Poco después de aparecer la moniliasis en los cacaotales de Costa Rica, en 1979, empezó la búsqueda de resistencia o tolerancia a *Moniliophthora roreri*, el hongo causal de esta destructiva enfermedad; de 1980 a 1983 se desarrollaron varias tesis de Posgrado en el programa UCR-CATIE, y algunas pruebas complementarias, para evaluar la colección de cultivares y clones de cacao del CATIE mediante inoculación artificial (González, 1984; Sánchez, 1982; Brenes, 1983; Porras, 1985). De los clones que resultaron promisorios, el Programa de Cacao CATIE-PIPA obtuvo semilla híbrida, que fue distribuida a varias entidades colaboradoras del país; se esperaba verificar, en diferentes regiones de Costa Rica, si la aparente resistencia se mantenía y, de ser así, si en la progenie híbrida se podían concentrar los presuntos genes de resistencia.

Hay colecciones sembradas en Sarapiquí (Río Frío), Matina (La Lola), Upala, Osa (Playa Blanca) y Talamanca; todas coinciden en parte de los materiales que incluyen, pero no hay 2 idénticas. El experimento de Río Frío se sembró entre 1983 y 1984 en la Finca Experimental de la Universidad de Costa Rica, con los siguientes objetivos:

1. Determinar la productividad y la tolerancia a moniliasis, en Río Frío, de los clones que

1/ Recibido para publicación el 30 agosto de 1991.
* Escuela de Fitotecnia, Facultad de Agronomía, Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica.

Cuadro 1. Incidencia de moniliasis y rendimiento en frutos sanos de diferentes clones e híbridos de cacao, en Río Frío, Sarapiquí, 1989.

	Tratamientos	% Moniliasis		Rendimiento (frutos/parcela)	
30	EET–48	39,4	a	64,4	hijklm
20	UF–11xCC–182	31,4	b	7,7	t
25	EET–48xCC–266	24,8	c	70,1	fghijk
14	EET–48xCC–210	22,7	cd	48,9	nopq
19	EET–48xCC–182	22,6	cde	44,7	pq
9	EET–59xCC–182	22,5	cde	43,4	pq
5	RB–41	22,1	cde	58,0	klmn
29	UF–11xEET–48	20,1	def	49,9	mnop
18	CC–266xEET–48	18,4	efg	114,4	a
17	CC–266xCC–182	17,2	fgh	60,3	jklm
12	CC–266xUF–11	18,0	fgh	71,5	fghijk
8	CC–210	18,1	fgh	102,5	abc
31	EET–48xUF–11	16,3	gh	55,1	lmnop
23	CC–266xEET–59	16,2	ghi	111,1	ab
34	CC–210xCC–182	16,1	ghij	79,8	defg
27	EET–59	13,7	hij	73,4	efghi
21	UF–11	13,0	ijk	79,8	defg
4	SIAL–407	12,4	jkl	15,5	s
36	CC–182xCC–266	12,3	jklm	79,8	defgh
2	UF–11xCC–266	10,8	jklm	83,1	defg
33	CC–210xEET–48	10,4	klmn	66,7	ghijkl
15	UF–11xEET–59	10,5	klmn	55,7	lmno
6	UF–296	10,6	klmn	77,5	defghi
22	UF–11xCC–210	10,0	lmno	26,0	r
28	EET–59xUF–11	9,6	lmno	90,0	cde
3	EET–59xCC–266	9,2	mno	92,8	bcd
10	CC–210xUF-11	9,2	mno	62,8	ijklm
35	CC–266	9,2	mno	35,2	q
11	CC–210xEET–59	8,0	no	90,9	bcde
7	UF–296xSIAL–407	6,8	op	16,8	s
13	SIAL–407xPA–169	5,8	opq	72,2	fghij
24	PA–169	4,8	pq	85,6	cdef
26	SIAL–407xUF–296	5,6	pq	24,8	r
16	UF–296xPA–169	1,7	q	78,3	defghi
32	PA–169xUF–296	2,1	q	77,5	defghi

CV= 37%
Promedios seguidos de una misma letra no difieren entre sí, de acuerdo con la prueba de Tukey (P = 0,01).

han mostrado tolerancia en Turrialba, en comparación con cultivares comerciales susceptibles, de buena calidad y productividad.

2. Detectar si hay concentración de genes de resistencia en progenies híbridas de esos clones.

3. Determinar, para la región de Río Frío, la epifitiología y el potencial de daño de la moniliasis.

4. (Incorporado *a posteriori),* explorar la posibilidad de seleccionar los mejores árboles híbridos, para formar una eventual población clonal resistente y productiva.

MATERIALES Y METODOS

El experimento se estableció en 1 ha de suelo Typic Dystrandept, franco grueso, mixto, isohipertérmico. Estaba sembrado de pejibaye, que se usó como sombra, lo cual determinó distancias de siembra de 2,4 x 2,5 m para el cacao; el pejibaye ha sido gradualmente sustituido por poró.

Cerca del 20% del material original se perdió por ataque de taltuzas u otras causas, pero la mayor parte se repuso en los años siguientes. La producción empezó en 1986 y la moniliasis apareció en 1987, alcanzando una distribución uniforme en poco más de un año.

El experimento consiste de 36 tratamientos (10 clones y 26 de sus posibles híbridos) (Cuadro 1), con 4 repeticiones. Cada parcela (unidad experimental) consiste de 8 árboles; el diseño es de bloques al azar. Los bordes de cultivares comerciales, susceptibles, se sembraron alrededor de

cada repetición, en hileras de 6 a 8 árboles por clon, ubicadas al azar.

Los datos que se han tomado son: a) número de frutos, cosechados sanos y maduros, por parcela; b) número de frutos removidos con moniliasis, por parcela (estos se dejaron en el suelo). La cosecha o remoción fue quincenal, salvo 3 períodos de escasa producción en que se hizo cada 3 semanas.

Aún en etapas intermedias del trabajo, empezó a ser aparente que ciertos

árboles individuales de las progenies híbridas sobresalían por su rendimiento superior o inferior, o por su susceptibilidad a moniliasis muy alta o muy baja. Con el propósito de detectar aquellos que consistentemente rindieran más y sufrieran menos moniliasis, se hizo una evaluación visual preliminar, en abril de 1990, en aquellas parcelas donde los datos de 1989 indicaban que podría haber individuos superiores; para ello se determinó árbol por árbol el número de frutos sanos con más de 8 cm de longitud (edad estimada de 2 meses o más) y el de frutos enfermos de cualquier edad; el conteo se repitió 3 meses después, con la intención de no contar 2 veces el mismo fruto. Por este método se preseleccionaron 17 árboles, cuya producción de frutos sanos y enfermos se registró entonces quincenalmente, por un año, de mayo de 1990 a abril de 1991.

El manejo agronómico durante 1989 consistió de 4 fertilizaciones con fórmula completa (18-5-15-6-2 ó 20-7-12-3-1,2); 6 podas de formación y una (en abril) de mantenimiento; combate de malezas localizado, con glifosato o paraquat, alternando con chapias ligeras; y una poda de los árboles más grandes de la sombra de poró.

RESULTADOS

Incidencia de moniliasis

En el Cuadro 1 se presenta la incidencia promedio de la enfermedad, calculada con base en la fórmula:

$I = (M \times 100)/(M + C)$

donde I = incidencia (%); M = número de frutos con moniliasis; y C = número de frutos sanos cosechados en la misma parcela.

De manera general, la incidencia aumentó considerablemente con relación a 1988; pasó de un 4,8% en el experimento y 5,1% en los bordes, a 17,2% y 27,3% respectivamente, en 1989.

Para el análisis estadístico, los datos de los tratamientos se transformaron por raíz cuadrada; hubo diferencias altamente significativas con base en la prueba de Tukey, tal cual se indica en el Cuadro 1; (se omitió del análisis el Tratamiento 1, clon CC-182, por tener 2 parcelas que no han dado fruto).

Los híbridos más afectados por moniliasis incluyen los tratamientos 20 (UF-11 x CC-182), 25 (EET-48 x CC-266), 14 (EET-48 x CC-210), 19 (EET-48 x CC-182), 9 (EET-59 x CC-182), 29 (UF-11 x EET-48) y 18 (CC-266 x EET-48), con niveles de 18 a 30% de incidencia. De estos solamente el 18 fue un buen productor.

Al otro extremo, los híbridos con menos moniliasis incluyeron los tratamientos 11 (CC-210 x EET-59), 7 (UF-296 x SIAL-407), 13 (SIAL-407 x PA-169), 26 (SIAL-407 x UF-296), 32 (PA-169 x UF-296) y 16 (UF-296 x PA-169), con sólo 2 a 8% de incidencia. Todos excepto el 11 habían tenido muy baja incidencia en 1988. Fuera del 7 y el 26, los restantes fueron buenos productores.

En cuanto a los clones, los más afectados fueron los tratamientos 30 (EET-48), 5 (RB-41) y 8 (CC-210), con niveles de 18 a 40% de incidencia; el 1 (CC-182), dió más de 50% en las 2 repeticiones válidas. El clon CC-210 sufrió un brusco aumento con relación a otros años. En contraste, los tratamientos 35 (clon CC-266) y 24 (PA-169), con niveles de 9 a 5%, sobresalieron por la baja incidencia de moniliasis.

En general, en los cultivares borde hubo una mayor incidencia de moniliasis que en los tratamientos (Cuadro 2), cumpliendo así su propósito de servir como fuentes de inóculo. Los datos de los bordes no se analizaron estadísticamente por no haber diseño de parcela, pero los cultivares más afectados, como A (SCA-12), C (Pound-7), E (Pound-12), G (EET-400), y H (UF-29), estuvieron entre 25 y 50%; solamente sobresalió por su resistencia el cultivar B (IMC-67), que apenas mostró 4% de moniliasis, además de tener un nivel muy alto de producción, como se indica más adelante; éste mantuvo un bajo nivel de moniliasis desde 1988.

La aparición de frutos enfermos por mes (y no incidencia) se muestra en la Figura 1. Hubo relativamente pocos frutos enfermos en la primera mitad del año, pero en la segunda mitad la epifitia se intensificó mucho, al grado de que hubo más frutos enfermos en setiembre que sanos en

Cuadro 2. Rendimiento en frutos sanos maduros, e incidencia de moniliasis, en los cultivares comerciales de cacao usados como borde en Río Frío, Sarapiquí, 1989.

Cultivar		Rendimiento	Moniliasis	
		(frutos sanos/árbol)	frutos enfermos/árbol	incidencia (%)
A	SCA–12	7,00	8,36	54,4
B	IMC–67	15,03	0,63	4,0
C	Pound–7	10,63	8,48	44,4
D	UF–613	8,64	1,89	21,7
E	Pound–12	7,68	2,87	27,2
F	UF–668	5,50	1,46	21,0
G	EET–400	9,31	4,23	31,2
H	UF–29	9,97	3,92	28,2
I	SPA–9	15,75	2,38	13,1
J	SCA–6	11,22	3,00	21,1
K	EET–399	7,34	1,76	19,4
Promedio		9,63	3,62	27,3

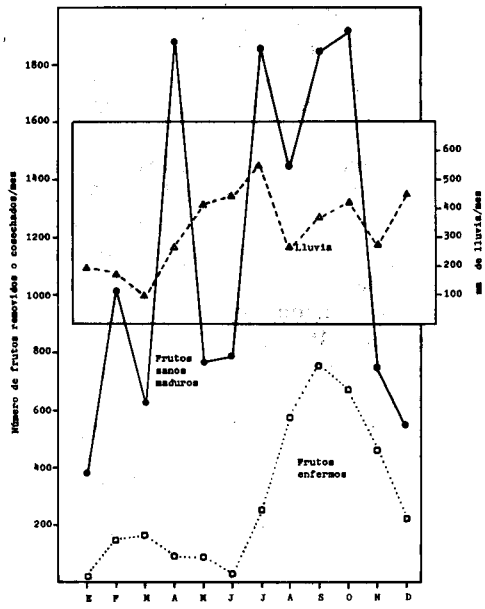

Fig. 1. Variación mensual de la cosecha total de cacao, casos de moniliasis y precipitación, en el experimento de clones e híbridos de cacao, Finca Experimental UCR, La Rambla, Río Frío, Sarapiquí,1989.

noviembre. Esto significa que en junio, julio y agosto un gran número de frutos jóvenes correspondientes al mayor pico de producción fueron infectados por *M. roreri*. La precipitación total (3900 mm) y su distribución fueron similares a otros años, con la salvedad de que la lluvia fue algo menos intensa de lo usual en la segunda mitad del año. De esta manera, las condiciones en que se desarrolló la epifitia ese año pueden considerarse representativas.

Rendimiento

A pesar de tener los árboles ya 6 años de transplantados, el rendimiento general (frutos sanos) fue todavía relativamente bajo (9,33 frutos/árbol/año; 13741 frutos/ha/año). Hubo gran variabilidad entre tratamientos, entre repeticiones y entre árboles dentro de una misma parcela, pero no mucha entre subpoblaciones: 8,75 frutos/árbol en los clones, 9,41 en los híbridos y 9,63 en los cultivares borde. En 1988 el rendimiento del cacaotal como un todo había sido de 6,75 frutos/árbol.

Los datos fueron transformados a su logaritmo natural para el análisis estadístico; hubo diferencias altamente significativas, que se presentan en el Cuadro 1, con las agrupaciones de acuerdo a la prueba de Tukey. De nuevo, no se consideró el tratamiento 1 (clon CC-182).

Dentro de los híbridos, sobresalieron por su productividad los tratamientos 18 (CC-266 x EET-48), 23 (CC-266 x EET-59), 3 (EET-59 x CC-266), 11 (CC-210 x EET-59), 28 (EET-59 x UF-11), 2 (UF-11 x CC-266), 36 (CC-182 x CC-266), 32 (PA-169 x UF-296) y 16 (UF-296 x PA-169), cuyas producciones fueron entre 13 y 16 frutos/árbol (90 a 114 frutos/parcela).

En el otro extremo, los híbridos más pobres en rendimiento fueron los tratamientos 34 (CC-210 x CC-182), 19 (EET-48 x CC-182), 9 (EET-59 x CC-182), 22 (UF-11 x CC-210), 26 (SIAL-407 x UF-296) y 20 (UF-11 x CC-182),

Cuadro 3. Producción individual e incidencia de moniliasis durante un año (mayo 1990-abril 1991) de 17 árboles de cacao, señalados como promisorios en comparación con dos clones experimentales y dos cultivares comerciales, duante el mismo período.

Arbol*	Preselección visual**		Producción real		Incidencia moniliasis (%)
	sanos	enfermos	sanos	enfermos	
15Ia	31	0	2	0	0
15Ie	17	1	3	1	25,0
32Ic	25	0	10	7	41,2
16IIe	34	1	14	3	17,6 ***
16IIf	12	1	23	2	8,0 ***
33IIh	36	0	8	3	27,3
32IIf	11	1	6	3	33,3
26IIb	9	1	4	0	0
36IIc	36	1	6	0	0
28IIIh	23	3	9	5	35,7
29IIId	37	1	12	1	8,0 ***
13IIIg	28	0	20	5	20,0 ***
16IIIb	17	0	5	2	28,6
16IIIf	49	0	23	0	0 ***
18IVd	48	4	42	9	17,6 ***
16IVf	23	0	10	0	0 ***
32IVf	34	0	23	1	4,2 ***
x PA-169	–	–	7,0	0,8	10,2
x EET-48	–	–	2,5	16,3	86,7
x IMC-67	–	–	6,7	4,1	38,0
x Pound-7	–	–	2,3	13,1	85,1

* La desingación indica el tratamiento, la repetición y la posición del árbol, en su orden.

** La preselección visual se hizo con base en dos conteos de frutos sanos de más de 8 cm y de frutos enfermos de cualquier tamaño, en abril y julio 1990.

*** Designado tentativamente como clon UCR, para propagación vegetativa.

que apenas produjeron entre 2 y 6 frutos/árbol (15 a 48 frutos/parcela).

En cuanto a los clones experimentales, el mayor rendimiento se obtuvo con los tratamientos 8 (CC-210), 24 (PA-169), 21 (UF-11) y 6 (UF-296), con 10-14 frutos/árbol (82-104 frutos/parcela). En contraste, los de menos rendimiento fueron 1 (CC-182, eliminado del análisis), 4 (SIAL-407) y 35 (CC-266), con 1, 4 y 8 frutos/árbol. A pesar de esto, CC-266 fue progenitor de híbridos muy productivos, como ya se mencionó.

Los cultivares comerciales sembrados como borde fueron igualmente cosechados, pero sus datos no se sometieron a análisis estadístico; sin embargo, son útiles como base de comparación. Los que dieron mejor rendimiento fueron SPA-9 e IMC-67, con cerca de 15 frutos/árbol (Cuadro 2); estas parcelas variaron en número de árboles, por lo que no se considera el dato por parcela.

Los de menor rendimiento fueron UF-688, UF-613 y SCA-12, que dieron 5-7 frutos/árbol (Cuadro 2).

Cabe recalcar que todos los datos de rendimiento mencionados se refieren a frutos cosechados sanos y maduros; es evidente que muchos materiales en los que hubo alta incidencia de moniliasis produjeron cantidades realmente mayores de frutos, en total.

La distribución de la cosecha a lo largo del año (Figura 1) muestra un pico pronunciado, pero breve, en abril, y otro más amplio entre julio y octubre; esta tendencia bimodal es similar a la de años anteriores en la región (UCR, 1986; 1987; González y Vega, 1988), con la diferencia de que en 1989 ambos picos se adelantaron unos 2 meses.

Se mantuvo la tendencia a una gradiente en la productividad de las 4 repeticiones, ya observada en años anteriores; en la repetición I hubo mucho mayor rendimiento, y sucesivamente menos en la II, III y IV, tanto entre los tratamientos como entre los cultivares borde. Esta fuente de variabilidad fue compensada en el análisis.

Selección de árboles promisorios

Con base en la pre-selección visual hecha en abril y julio de 1990, se escogieron 17 árboles que mostraban una incidencia muy baja de moniliasis, una cosecha aparente (estimada para medio año) muy superior al promedio y en algunos casos un tamaño grande de fruto. La producción real de frutos sanos maduros y enfermos en estos árboles se midió de mayo de 1990 a abril de 1991, y se presenta en el Cuadro 3. Se esperaba que durante este período de un año ocurriera por lo menos un pico definido de cosecha, pero no fue así; la producción general del experimento en 1990 se mantuvo muy baja (3,8 frutos/árbol), y la incidencia de moniliasis alcanzó niveles sumamente elevados (promedio general de 57%).

Para ilustrar este fenómeno se incluyen en el Cuadro 3, los datos de 2 clones experimentales contrastantes (PA-169 y EET-48), así como los de 2 cultivares comerciales (IMC-67 y Pound-7), que constituyen en cada categoría los casos más bajos y altos, respectivamente, de moniliasis para el mismo período (mayo 1990-abril 1991).

Once de los árboles promisorios tuvieron una producción de frutos sanos superior al promedio de los 2 mejores materiales (PA-169 e IMC-67). Cinco de ellos tuvieron una incidencia de moniliasis inferior a la de PA-169 (10,2%), 5 de los restantes inferior a la de IMC-67 (38,0%) y sólo 1 (32Ic) tuvo bastante moniliasis. Otros 6 árboles tuvieron rendimiento pobre, de manera que la baja incidencia de moniliasis de 3 de ellos resulta irrelevante. Ninguno de los 17 árboles llegó siquiera a la mitad de la incidencia que alcanzaron EET-48 y Pound-7 en el mismo período (86,7 y 85,1%, respectivamente).

DISCUSION

Comparación entre clones experimentales y cultivares comerciales

Los clones que forman parte del experimento habían sido seleccionados por aparente resistencia a moniliasis, con base en inoculaciones artificiales (Brenes, 1983; Sánchez, 1982) y no se esperaba que tuvieran mayor productividad que los cultivares borde, la mayoría de los cuales son reconocidos en el CATIE como buenos productores, aunque susceptibles.

Durante 1989, en Río Frío, el rendimiento promedio de estos clones fue sólo ligeramente inferior al de los cultivares comerciales (8,75 contra 9,63 frutos/árbol). Más aún, el grueso de ambos, clones y cultivares, estuvo entre 7 y 12 frutos/árbol, y únicamente hubo 2 clones que quedaron muy por debajo en producción (CC-182 y SIAL-407), mientras que sólo 2 cultivares superaron bastante el promedio de ambas poblaciones (IMC-67 y SPA-9) (Cuadro 2).

Puede concluirse que los clones experimentales tienen un rango de productividad casi comparable a la de los cultivares comerciales.

La incidencia promedio de moniliasis en los clones experimentales (19%) fue menor que en los cultivares comerciales (27%), aunque no tanto como se esperaría de un material originalmente seleccionado con base en inoculaciones artificiales. De nuevo, hubo materiales sobresalientes por su tolerancia o susceptibilidad, en ambos grupos. El clon PA-169 y el cultivar IMC-67 claramente mostraron resistencia, con sólo 5% y 4% de incidencia, respectivamente, confirmando el buen desempeño de ambos en 1988, en resistencia y productividad; los clones CC-266, UF-296, UF-11 y EET-59, así como el cultivar SPA-9, pueden considerarse promisorios. Cabe aclarar que IMC-67 no había sido incluido en las pruebas de inoculación artificial realizadas anteriormente, que fueron las que permitieron identificar materiales promisorios por su baja susceptibilidad a *M. roreri* (Brenes, 1983; Phillips, 1986; Sánchez, 1982). A pesar de que fue medianamente afectado en 1990, puede decirse que IMC-67 constituye un valioso material, confirmado por la reciente mención hecha en Colombia (Cía Nacional de Chocolates, 1988) de su "buen grado de tolerancia" a moniliasis.

Los clones CC-182 y EET-48 claramente mostraron alta susceptibilidad (53% y 42% de incidencia); evidentemente representan errores en la prueba de selección por inoculación artificial, como ya lo demostró Porras (1985) con relación a EET-48. No quiere esto decir que la prueba de inoculación sea inútil (de hecho, elimina en corto tiempo mucho material susceptible), pero sí reafirma que se requiere la prueba de campo, a largo plazo y bajo condiciones de inoculación severa, para que se pueda hablar de resistencia a moniliasis en clones o cultivares. Así, la mayoría (no todos), de los clones encontrados como "tolerantes" por Sánchez (1982), y Brenes (1983), han tenido poca moniliasis en Río Frío; en cambio, todos los que Sánchez y Brenes encontraron como

"muy susceptibles", si se probaron en Río Frío han sido también susceptibles (caso de SCA-12 y Pound-7).

Una excepción a lo anterior fue el aumento en susceptibilidad del clon CC-210; en 1988 tuvo sólo 1,7% de incidencia y en 1989 aumentó a 18,4%, a pesar de mantener su buen rendimiento. Este clon tuvo una clara reacción de resistencia en las pruebas iniciales de inoculación (Sánchez, 1982). En cierta forma esto parece un caso de "colapso" de resistencia por selección de variantes patogénicas; en ausencia de evidencias de variabilidad en *M. roreri* en la literatura, el caso de CC-210 debe quedar por ahora en observación.

En los cultivares UF-29 y EET-400 ocurrió un "colapso" similar (3,2% y 1,6% de incidencia en 1988, respectivamente, aumentando a 28% y el 31% en 1989), sólo que en estos casos ya hay antecedentes dentro de este mismo proyecto: ambos cultivares ya han pasado de intermedios a susceptibles, o viceversa, en pruebas de diferentes años o diferentes lugares (Sánchez, 1982; Porras, 1985).

Todo esto concuerda con la observación de Porras (1985), de que sólo los pocos materiales que se ubican en uno u otro extremo de resistencia o alta susceptibilidad en las pruebas de inoculación (como UF-296 y Pound-7, respectivamente, en Turrialba, La Lola y ahora Río Frío), tienden a mantenerse como tales; el resto puede variar de año a año y se necesitan diversas pruebas para poder ubicarlos con alguna precisión.

Comparación entre híbridos y sus progenitores

Es importante tratar de detectar si hay concentración de genes de resistencia ("enriquecimiento") en algunos híbridos. Por subpoblaciones, los híbridos tuvieron un promedio general de 16% de moniliasis, y los clones 19%; esto por lo menos indica que la susceptibilidad no aumenta en las progenies, y pudiera significar que hubo un enriquecimiento en resistencia.

En producción, la subpoblación híbridos tuvo un rendimiento promedio sólo ligeramente superior a la subpoblación clones (9,41 contra 8,75 frutos/árboles); asimismo, los mejores híbridos superaron ligeramente a los mejores clones. Esto puede tomarse como indicación de que, en el proceso de hibridación para obtener resistencia a moniliasis, por lo menos se mantiene el potencial de rendimiento de los progenitores.

Las causas del escaso rendimiento probablemente son varias: a) las pérdidas por moniliasis, que se pueden estimar entre el 15 y 20%; la alta incidencia de agosto a noviembre, en particular, causó la caída de la cosecha en noviembre y diciembre (Figura 1); b) la presencia entre el material experimental de clones e híbridos con muy bajo potencial productivo; c) la competencia de las palmeras de pejibaye que aún quedan como sombra, y que tienen cierto efecto alelopático; ch) la baja fertilidad aparente del suelo en las repeticiones III y IV; y d) la alta densidad (2,4 x 2,5 m). Ninguna de ellas impide, sin embargo, que se puedan extrapolar, a condiciones económicamente más favorables, las diferencias observadas entre tratamientos y aún entre éstos y los cultivares borde.

Para visualizar el papel de cada clon en la transferencia de buenas características a su progenie, se elaboró una lista de los 10 híbridos más promisorios, que mostraron tanto rendimiento superior como incidencia de moniliasis inferior al promedio general (Cuadro 4). Con base en éstos, se determinó la frecuencia con que cada clon heredó buenas características a su progenie, dependiendo del número de cruces en que participó; en este aspecto resaltó el clon PA-169, cuyas 3 únicas progenies (tratamientos 13, 16 y 32) fueron sobresalientes; también parecen buenos progenitores EET-59, UF-296 y CC-266, con 67%, 50% y 50% de progenies promisorias, respectivamente.

Cabe señalar que PA-169 como clon tuvo muy buen rendimiento y muy baja moniliasis; UF-296, si bien no sobresalió tanto, fue un buen clon, y toda su progenie fue muy baja en moniliasis (Cuadro 1). Por su parte, EET-59, que apenas fue mediano como clon, tendió a dar progenies con muy buen rendimiento. Esto sugiere que para pruebas futuras, convendría producir el híbrido EET-59 x UF-296.

Las características inconvenientes también parecieron ser heredables, al menos en algunos casos. Los híbridos que aparecieron con baja producción y alta moniliasis fueron los tratamientos 9 (EET-59 x CC-182), 14 (EET-48 x CC-210), 19 (EET-48 x CC-182), 20 (UF-11 x CC-182), 29 (UF-11 x EET-48) y 31 (EET-48 x UF-11). Entre sus progenitores, aparecen varias veces: CC-182, susceptible y muy pobre productor como clon; EET-48, bastante susceptible como clon, y con 4 de sus 7 progenies muy susceptibles; UF-11,

Cuadro 4. Participación relativa de los clones experimentales como progenitores de híbridos promisorios de cacao, por baja susceptibilidad y buen rendimiento.

Híbrido promisorio			Clones progenitores*								
#	Rend. (f/árb)	Monil. (%)	CC 182	SIAL 407	UF 296	CC 210	UF 11	PA 169	EET 59	EET 48	CC 266
2	14	10					x				x
3	12	9							x		
11	12	8				x			x		
13	12	6		x				x			
16	13	2			x			x			
23	16	16**							x		x
28	11	10					x		x		
32	12	2			x			x			
33	10	10				x				x	
36	12	12	x								x
# progenies promisorias			1	1	2	2	2	3	4	1	4
# progenies probadas			6	3	4	6	9	3	6	7	8
% progenies promisorias			17%	33%	50%	33%	22%	100%	67%	14%	50%

* El clon RB–41 no se usó como progenitor de híbridos de este experimento.
** Se incluyó el Tratamiento 23, a pesar de ser algo alto en moniliasis, debido a su buen rendimiento.

como clon, fue promedio en ambas características, y en su progenie (9 híbridos) hay tanto combinaciones favorables como desfavorables.

Resumiendo, puede decirse que PA-169 tiende a conferir su buen rendimiento y baja susceptibilidad a su progenie; UF-296 hereda bien su baja susceptibilidad; de hecho, los 2 híbridos, entre éstos dos clones (tratamientos 16 y 32), son los más promisorios del experimento (Cuadros 1 y 4) y el mismo cruce fue uno de los dos sin moniliasis en una prueba con 48 híbridos en Upala (García, 1988). Los clones EET-59 y CC-266 tienden a conferir alto rendimiento a sus progenies, aunque el primero es mediano, y el segundo pobre productor; la misma tendencia observó García (1988) en Upala. SIAL-407 parece transmitir baja susceptibilidad pero pobre rendimiento; EET-48 hereda su alta susceptibilidad a su progenie; y el CC-182 transmite tanto su alta susceptibilidad como su bajo rendimiento. En los demás la heredabilidad es ambigua o variable.

Esta información debe interpretarse conjuntamente con la que se está obteniendo de experimentos similares (pero no idénticos) establecidos en La Lola (Matina), Upala, Playa Blanca (Osa) y Talamanca. Con excepción de Upala (García, 1988), los datos disponibles de estas pruebas (O. Brenes. 1989. Comunicación personal, Banco Nacional de Costa Rica) incluyen sólo los tratamientos comunes a la de Río Frío; sin embargo, confirman algunas tendencias, como la heredabilidad de los buenos caracteres de PA-169, de los malos de CC-182, y del buen rendimiento de CC-266. Además, de los 10 híbridos promisorios por ahora señalados en Río Frío (Cuadro 4), los datos de las otras regiones tienden a confirmar buenas características en 7 de ellos (Tratamientos 3, 11, 13, 16, 23, 32 y 33). Se necesita un prolijo análisis de la totalidad de los tratamientos incluidos en los cinco experimentos para sacar conclusiones de valor nacional, particularmente sobre los cruces que conviene fomentar para producir semilla híbrida de rendimiento aceptable y baja susceptibilidad.

Nivel de inóculo y severidad de la prueba

Tal como se esperaba, el nivel de inóculo de *M. roreri* se uniformó e incrementó en 1989 en relación con años anteriores. Aún cuando se mantuvo baja la incidencia en el primer semestre (por precipitación reducida y porque el inóculo fue muy bajo en enero), en el segundo semestre las nuevas infecciones por moniliasis aumentaron rápidamente de mayo a agosto, coincidiendo con

fuertes lluvias y la presencia de mucho fruto tierno, parte del principal ciclo de cosecha (Figura 1). Evidentemente funcionaron bien los cultivares borde, con gran cantidad de frutos enfermos produciendo inóculo. No se hizo esfuerzos especiales para reducir el nivel del inóculo, pues se consideró que, aún a niveles de 50% de incidencia en los materiales más susceptibles, todavía era posible detectar los menos susceptibles; esta presunción funcionó en 1989, pero dado que se inició 1990 con un nivel de inóculo muy alto, en este año casi todo nivel de resistencia fue vencido (datos sin publicar).

Arboles individuales promisorios

Cuando se inició este experimento, en 1983, no se había previsto la posibilidad de detectar árboles individuales con buenas características de rendimiento y resistencia, a pesar de que se tuvo un proyecto en La Lola con esa intención (González, 1984). Sin embargo, en años recientes se ha planteado la opción de mejorar la producción cacaotera nacional mediante plantaciones comerciales clonales, lo que haría viable convertir ciertos árboles superiores en clones, sin necesidad de pasar por pruebas de progenie, dado que sólo serían propagados vegetativamente. Hay centenares de cacaotales híbridos en Costa Rica donde se podría encontrar árboles superiores en producción, si bien es improbable que haya empresas, o aún instituciones, dispuestas a dar el prolongado seguimiento individual que eso requiere. Pero son aún mucho menos los cacaotales donde cabe esperar una alta variabilidad en cuanto a moniliasis, necesaria para que haya probabilidad de detectar árboles individuales resistentes. Por todo ello se decidió que había que aprovechar la plantación experimental de Río Frío en esta búsqueda; de encontrarse árboles resistentes y productivos, se enriquecería significativamente el escaso arsenal disponible de materiales con ambas cualidades.

A pesar de las condiciones adversas en que se desarrolló esta etapa de la selección, ya en 1990, la mayoría de los 17 árboles mantuvo un rendimiento por encima, y una incidencia de moniliasis por debajo, del promedio general (Cuadro 3). Los 8 mejores árboles se designaron tentativamente como clones (siglas UCR), y se empezaron a propagar por injerto, con el propósito de evaluar su progenie vegetativa en varios sitios, a la vez que se continúan las evaluaciones en los árboles madres. Los árboles 16IIf, 16IIIf y 32IVf (todos productos de cruces entre PA-169 y UF-296) son los de mejor potencial; también es interesante el árbol 18IVd que, si bien tiene un fruto relativamente pequeño, por varios años ha exhibido una productividad muy elevada y una incidencia relativamente baja de moniliasis, a pesar de estar en el sector de la plantación donde la enfermedad ha alcanzado su mayor nivel.

AGRADECIMIENTO

Los autores agradecen la valiosa ayuda del Ing. Juan Ramón Navarro, M.Sc., en el análisis estadístico de los datos.

RESUMEN

Se presentan los datos obtenidos, al sexto año de evaluación, de 10 clones de cacao y 26 de sus híbridos, considerando su susceptibilidad a moniliasis bajo fuerte presión de inóculo, así como su productividad, en Río Frío de Sarapiquí. Los 36 tratamientos variaron de 2 a 40% en incidencia de moniliasis (promedio de 4 repeticiones) y de 8 a 114 frutos/árbol/año. Los más resistentes fueron los híbridos PA-169 x UF-296, UF-296 x PA-169, SIAL-407 x PA-169 y SIAL-407 x UF-296, así como los clones PA-169, CC-266 y UF-296; los más susceptibles fueron UF-11 x CC-182, EET-48 x CC-266, EET-48 x CC-210, EET-48 x CC-182, EET-59 x CC-182 y el clon RB-41. Los materiales más productivos fueron CC-266 x EET-48, CC-266 x EET-59, CC-210, EET-59 x CC-266 y CC-210 x EET-59. Los clones que resultaron progenitores de progenies híbridas más promisorias fueron PA-169, EET-59, UF-296 y CC-266, en ese orden. De los 11 cultivares comerciales sembrados como bordes, para referencia y fuente de inóculo, IMC-67 y SPA-9 mostraron resistencia y productividad comparables a los mejores híbridos, mientras Pound-7, UF–29 y EET-400, auqnue muy productivos, mostraron alta susceptibilidad a moniliasis. Durante el año siguiente (1990-91) se hizo un seguimiento de 17 árboles híbridos promisorios, de los cuales se sleccionaron 8 por su resistencia y productividad, para ser propagados vegetativamente.

LITERATURA CITADA

BRENES, O. 1983. Evaluación de la resistencia a *Monilia roreri* y su relación con algunas características morfológicas del fruto de cultivares de cacao. Tesis M.Sc. Turrialba, UCR-CATIE. 60 p.

COMPAÑIA NACIONAL DE CHOCOLATES. 1988. Manual para el cultivo del cacao. 3 ed. Colombia, EDINALCO, Ltda. 140 p.

GARCIA GUIDO, A. 1988. Evaluación inicial de cruces de alta producción con cultivares promisorios a resistencia a moniliasis en Upala, en cacao *(Theobroma cacao* L.). Práctica de Graduación. Santa Clara, San Carlos, Departamento de Agronomía, Instituto Tecnológico de Costa Rica. 60 p.

GONZALEZ, L.C. 1984. Avances en el combate de la moniliasis del cacao en Costa Rica. *In* Congreso Agronómico Nacional (4., 1984, San José). Actualización y Perspectivas. v. 2. San José, CIA. p. 177-188.

GONZALEZ, L.C.; VEGA, E.V. 1988. Proyecto de investigación "Epifitiología y combate de la moniliasis del cacao" (312-80-094). Informe Anual. Escuela de Fitotecnia, Facultad de Agronomía, Universidad de Costa Rica. 21 p.

PHILLIPS, W. 1986. Reacción de cultivares de cacao a la inoculación con *Monilia roreri*. Tesis M.Sc. Turrialba, UCR-CATIE. 100 p.

PORRAS, V.H. 1985. Determinación de la estabilidad de la resistencia a *Monilia roreri* en cultivares de cacao en dos zonas de Costa Rica. Tesis M.Sc. Turrialba, UCR-CATIE. 124 p.

SANCHEZ, J.A. 1982. Reacción de cultivares de cacao a la inoculación artificial con *Monilia roreri*. Tesis M.Sc. Turrialba, UCR-CATIE. 55 p.

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA. 1986. Desarrollo, adaptación y transferencia de tecnología agrícola para los sistemas de cultivo de asentamientos campesinos de Río Frío, Costa Rica. Tercer informe de progreso: agosto 1985-julio 1986. San José, Convenio UCR-CIID. 126 p.

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA. 1987. Desarrollo, adaptación y transferencia de tecnología agrícola para los sistemas de cultivo de asentamientos campesinos de Río Frío, Costa Rica. Informe de progreso: agosto 1986-julio 1987. San José, Convenio UCR-CIID. 154 p.