

# Capítulo XIII

## ESTUDIO DE LA SENSIBILIDAD DE [Crinipellis perniciosa (Stahel Singer)] A CUATRO FUNGICIDAS SISTEMICOS EN PRUEBAS DIRIGIDAS A LAS ESCOBAS Y EN PRUEBAS SEMICOMERCIALES.

Germán Tovar<sup>1</sup>, Ciro Cifuentes<sup>2</sup>, Jesús Prieto<sup>2</sup> y Orlando Cháves<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Profesor Titular.

<sup>1-2</sup> Ingenieros Agrónomos. Facultad de Agronomía. Universidad Nacional de Colombia. A.A. 14490. Santa Fe de Bogotá, D.C.

### RESUMEN

Se determinó la sensibilidad del micelio monocariótico de *C. perniciosa* en escobas verdes y del micelio dicariótico en escobas secas a cuatro fungicidas sistémicos (Bitertanol, Triadimefón, Oxicarboxin y Piracarbolid) y se evaluó, bajo condiciones semicomerciales, la aplicación de Bitertanol y Triadimefón para el control de la enfermedad. Los cuatro fungicidas redujeron significativamente ( $P < 0,01$ ) el porcentaje de escobas esporulantes y el número de basidiocarpos por escoba. El promedio de basidiocarpos por escoba en el grupo del testigo fue de 18,5 en contraste con el encontrado para el grupo de fungicidas que fue de 3,2. La efectividad de los productos a nivel semicomercial fue baja, debido a la interferencia del follaje, a la estructura de la escoba y a sus posiciones en el árbol. La

poda química de las escobas presenta una baja eficiencia a nivel comercial con repercusiones económicas que afectan notablemente la rentabilidad del cultivo.

### INTRODUCCION

El control químico de la *escoba de bruja* del cacao (*Crinipellis perniciosa*) puede incluir varias estrategias basadas en las particularidades de la interacción parásito - hospedante. De esta manera, el control puede estar dirigido a la protección de frutos y, eventualmente, de yemas, mediante el empleo de fungicidas protectores; a la interferencia del desarrollo micelial de infecciones causadas sobre tejido vivo (escoba verde); a la interrupción del proceso de dicarriotización y de reproducción del parásito en tejido muerto (escobas secas), y a la protección de tejidos meristemáticos con-

tra la infección (yemas) mediante el empleo de fungicidas sistémicos aplicados preferencialmente a la raíz. Cualquier estrategia que se escoja deber enfrentar objetivamente el problema de los altos costos del método control, los problemas de orden tecnológico, tales como el escaso desarrollo en los sistemas de aplicación terrestre en cultivos perennes en países en vía de desarrollo, y los efectos de resistencia que afectan críticamente la producción de fungicidas.

Las primeras pruebas de control químico se realizaron con base en fungicidas protectores dirigidos, particularmente, a los frutos con resultados positivos. En Trinidad se realizaron aplicaciones con fungicidas cúpricos a los frutos durante 7 meses, siendo económicamente viables en plantaciones con altos rendimientos y en condiciones de alta severidad de la enfermedad (Holliday, 1953). En Ecuador, el control de la *moniliasis* con Zineb y aceite agrícola repercutió en una reducción de frutos infectados, indicando, además, que las aplicaciones a bajo volumen reducían de manera importante los costos de aplicación (Ycaza, 1958). En Venezuela, las pruebas realizadas con Brestán y Cupravit mostraron que la protección de brotes y la protección de frutos en sus primeros estados de desarrollo incrementaron la producción del cultivo (Capriles y Reyes, 1972). Sin embargo, el uso de fungicidas protectores ha sido criticado por la dificultad de mantener cubiertos los tejidos meristemáticos de crecimiento rápido (Hardy, 1961). Las aplicaciones de Peronox, Antracol, Dithane M-45 y Macuprax produjeron porcentajes de 19,9, 35, 30,3 y 16% de frutos enfermos, respectivamente, en comparación con el 45% de frutos infectados en el testigo (Cronshaw, 1979). La aplicación dirigida de fungicidas al tronco y a las ramas primarias para proteger los frutos mostró que la infección no disminuyó significativamente; en tres años

el testigo aumentó de 68 a 74% y los tratamientos fungicidas mostraron una disminución de 68 a 48% (Silva, 1981).

Los estudios histopatológicos de brotes de plántulas inoculados mostraron la presencia de hifas ramificadas intercelulares de 2 - 11  $\mu\text{m}$ , colonizando todo el tejido parenquimatoso en el córtex, el floema y el xilema parenquimatoso, el cambium vascular y la médula; en escobas verdes jóvenes las hifas están asociadas con una de las paredes celulares, mientras que en escobas verdes adultas, la asociación se establece en todas las paredes y hay una mayor concentración de hifas; el micelio es eminentemente monocariótico e intercelular (Mayorga, 1988). Estudios *in vitro* han demostrado la sensibilidad del micelio a varios fungicidas sistémicos y protectores (Bastos y Medeiros, 1979; Achicanoy y Buriticá, 1980); sin embargo, se ha demostrado que la sensibilidad registrada *in vitro* no siempre está relacionada con la sensibilidad del micelio monocariótico - biotrófico en los tejidos del hospedante (Bastos, 1980).

Los Triazoles han sido incluidos en pruebas de control químico de *C. pernicioso*, debido a que son inhibidores de la síntesis de ergosterol, sustancia importante en la extensión de la pared celular (Buchenauer, 1987). Las aplicaciones de Triadimefón (Triazol) sobre plántulas de cacao inoculadas en viveros suprimieron la formación de la escoba (Bastos, 1980). El Hexaconazole aplicado sobre plántulas inoculadas previene la formación de escobas (McQuilken *et al.*, 1988) y con el Triadimenol reducen la germinación de basidiosporas de *C. pernicioso* con una  $\text{ED}_{50}$  inferior a 200 mg/l, aunque la actividad contra la germinación no es común en los triazoles; los fungicidas evitaron la expansión celular del tubo germinativo monocariótico. Además, en pruebas sobre agar los fungicidas redujeron más la longitud que el número de células del

micelio dicariótico (McQuilken *et al.*, 1988).

La histopatología de escobas secas ha revelado que el micelio dicariótico se forma por anastomosis, el cual da origen a unas estructuras parecidas a clamidosporas (binucleadas), primero en el córtex y luego en todo el tejido. Las clamidosporas permanecieron latentes hasta que se sometieron a períodos alternos de humedad - sequedad, germinando después de 4 semanas por medio de hifas dicarióticas (2 - 5  $\mu$  m) con conexiones en grampa y septa con doliporo (Mayorga, 1988). Algunas pruebas se han realizado para impedir o suprimir la inducción de basidiocarpos sobre escobas secas. La aplicación de aceite agrícola con el propósito de impedir la formación de basidiocarpos ha tenido efectos fitotóxicos (Capriles, 1977; Cronshaw, 1979).

La aplicación de Triadimenol con riego al suelo antes de la inoculación de plántulas de cacao redujo la infección (Supriadi, 1987; McQuilken *et al.*, 1988).

Los propósitos del presente trabajo fueron determinar la sensibilidad del micelio monocariótico en escobas verdes y del micelio dicariótico en escobas secas a fungicidas sistémicos (Bitertanol, Triadimefón, Oxicarboxin y Piracarbolid) y, evaluar, bajo condiciones semicomerciales, las aplicaciones de Bitertanol y Triadimefón para el control de la enfermedad.

## MATERIALES Y METODOS

### Experimento No. 1: Comparación de fungicidas sistémicos sobre escobas verdes

#### Selección de las escobas

Se utilizaron escobas de cojín, las cuales se seleccionaron sobre árboles susceptibles de cacao cuando apenas comenzaban

su desarrollo, procediendo a su inmediata marcación.

### Productos fungicidas, dosis y sistema de aplicación

Los fungicidas y dosis utilizadas fueron los siguientes: Bitertanol (Baycor) 1,2 y 3 g/l; Triadimefón (Bayletón) 0,5, 1,0 y 1,5 g/l; Oxicarboxin (Plantvax) 0,25, 0,625 y 1,0 g/l y Piracarbolid (Sicarol) 2, 3 y 4 g/l.

La aplicación de los fungicidas se hizo con un equipo A-Z de presión constante, a 40 lb/in<sup>2</sup> y con una boquilla "Hardy" 1553 - 14. La descarga del producto fue dirigida a la escoba verde, previa calibración del tiempo de aspersion.

### Prueba con una aplicación

Los productos fueron aplicados sobre escobas verdes de cojín floral de diferentes edades, a saber: Edad uno (E1) entre 0 y 2 semanas; edad dos (E2) entre 2 y 4 semanas; edad tres (E3) entre 4 y 6 semanas, y edad cuatro (E4) entre 6 y 8 semanas.

### Prueba con dos aplicaciones

Los productos se aplicaron en dos ocasiones sobre el mismo grupo de escobas, y en estados de crecimiento diferentes, según las siguientes modalidades:

- **Modalidad 1:** aplicación entre 0 y 2 semanas (E1) y entre 4 y 6 semanas (E3).

- **Modalidad 2:** aplicación entre 2 y 4 semanas (E2) y entre 6 y 8 semanas (E4).

### Diseño experimental

Se utilizó un diseño completamente al azar con arreglo factorial con 4 repeticiones. La unidad experimental constó de 10 escobas verdes. La combinación de los di-

ferentes factores (producto, dosis y edad) se aleatorizaron en las unidades experimentales. El testigo constó de 15 escobas y se aplicó con agua corriente.

La prueba consideró dos variables: 1) presencia de escobas esporulantes, y 2) número de basidiocarpos por escoba. Para la variable cualitativa se realizaron pruebas de contingencia.

## **Experimento No.2: Evaluación semicomercial de dos fungicidas sistémicos**

### **Diseño experimental**

Se utilizó un diseño de bloques al azar con tres repeticiones. Teniendo en cuenta que el experimento se realizó en una plantación comercial constituida por una mezcla de varios híbridos, los cuales presentaban diferentes grados de reacción a la enfermedad, se realizó una prueba preliminar para determinar el tamaño de la unidad experimental, una constituida por cinco árboles, y otra por un árbol resistente y uno susceptible. Se seleccionó la unidad de un árbol por garantizar una reducción importante en el coeficiente de variación (47%), en relación con la unidad de 5 árboles.

Se evaluaron dos productos fungicidas, Bitertanol (Baycor) y Triadimefón (Bayletón). Las dosis utilizadas para cada uno de los productos fue de 1 litro de producto comercial por hectárea. Se evaluaron 3 volúmenes de agua, a saber: 250 l/ha, 400 l/ha y 600 l/ha.

### **Aplicación con 250 litros de agua**

Se realizó en una población de híbridos de 5 años de edad (Finca "San Agustín"), afectada con una severidad alta de enfermedad (promedio de 80 escobas/árbol). La aplicación se efectuó con una bomba de espalda de acción a motor y a bajo volumen,

con capacidad de 10 litros. Previamente a la aplicación de los fungicidas se seleccionaron 100 escobas verdes entre 0 y 2 semanas de edad y 50 escobas secas, por tratamiento y por repetición para hacer las observaciones. Las variables estudiadas fueron las siguientes: 1) porcentaje de escobas esporulantes y 2) índice de basidiocarpos por escoba.

Las escobas verdes, una vez que murieron, y las escobas secas, fueron retiradas de los árboles y colocadas suspendidas en cuerdas, con el fin de conservar la totalidad de la muestra y de facilitar la observación sobre la fructificación del hongo.

### **Aplicaciones con 400 y 600 litros de agua**

Se realizó en una población de híbridos de 8 años de edad (Finca "Minerva") con una severidad moderada de enfermedad (20 escobas/árbol, en promedio).

En este experimento se incluyeron dos testigos: 1) testigo absoluto, y 2) testigo tratado con fungicida, pero con aplicación dirigida a la escoba verde, en las mismas dosis utilizadas en el experimento No.1, o sea, Baycor 2 g/l y Bayletón 1 g/l. La aplicación en este caso no se realizó con el equipo A-Z de la primera experiencia, sino con una bomba de espalda de acción manual tipo "Calimax"® de presión entre 40 y 60 lb/in<sup>2</sup> y boquilla D6. La aplicación semicomercial se hizo con bomba de espalda de acción a motor y a bajo volumen.

Previamente a la aplicación de los fungicidas se seleccionaron 20 escobas verdes y 10 escobas secas por tratamiento y por repetición, tratando al máximo de homogenizar la muestra, por medio de la selección de escobas de, aproximadamente, 20 cm de longitud, sobre las cuales se realizaron las observaciones para las dos variables: 1)

porcentaje de escobas esporulantes y 2) número de basidiocarpos por escoba.

### **Evaluación de la cobertura de aplicación**

Se realizó una prueba de control en el campo para la comparación de los tres volúmenes de agua empleados (250, 400 y 600 l/ha, en cuanto a su eficiencia de aplicación por cobertura (distribución vertical y horizontal). Los tres volúmenes transformados a la superficie de la prueba resultaron equivalentes a 1,2 litros, 1,92 litros y 2,88 litros, respectivamente. La aplicación se realizó con una bomba de espalda de acción a motor y a bajo volumen. Se utilizaron 9 colectores de papel sensible a agua, dispuestos al azar en el árbol, teniendo en cuenta los planos superior, medio e inferior del mismo. La lectura de las muestras se hizo con una lupa 10X, efectuando tres observaciones por unidad. La variable considerada fue el número de gotas por centímetro cuadrado.

## **RESULTADOS**

### **Experimento No. 1: Comparación de 4 fungicidas sistémicos sobre escobas verdes.**

#### **Prueba con una aplicación.**

Se obtuvo una reducción significativa de la esporulación para los 4 fungicidas evaluados en sus tres dosis y durante las cuatro edades de la escoba verde (tabla 1). Los fungicidas presentaron una acción similar sobre la inhibición de la esporulación en cualquiera de las tres dosis, mientras que las edades presentaron diferencias altamente significativas para la misma variable.

El análisis para la variable porcentaje de escobas esporulantes muestra que para el caso del Bitertanol (Baycor), el producto presentó un alto grado de efectividad aplicado en sus tres dosis y en las cuatro eda-

des. En el caso del Triadimefón (Bayletón) también se presentó un alto grado de efectividad; sin embargo, en la edad 4, cuando la escoba está prácticamente marchita, la efectividad del producto se reduce significativamente. Los productos Oxicarboxin (Plantvax) y Piracarbolid (Sicarol) presentaron respuestas similares, notándose un efecto más débil en la edad cuatro.

Los resultados para la variable número de basidiocarpos por escoba (tabla 1) muestran, nuevamente, amplias diferencias entre el testigo y los tratamientos. El número de basidiocarpos por escoba se aumenta con la edad de la escoba, obteniéndose el mayor valor para la edad cuatro, lo cual confirma los resultados obtenidos para la primera variable.

#### **Prueba con dos aplicaciones**

La comparación entre al testigo y los tratamientos para la variable porcentaje de escobas esporulantes muestra una situación semejante a la obtenida en la prueba con una sola aplicación. Los resultados para la segunda variable, número de basidiocarpos por escoba, muestran que la totalidad de las escobas en el testigo esporularon en el transcurso de la prueba, mientras que sólo el 2,8% de las escobas en los tratamientos llegaron a esporular.

### **Experimento No. 2: Evaluación semicomercial de dos fungicidas sistémicos**

#### **Efecto sobre escobas verdes**

Se encontraron diferencias significativas ( $P < 0.01$ ) para las dos variables estudiadas en el caso de la aplicación dirigida. En la aplicación semicomercial prácticamente no se presentaron diferencias significativas; aunque se observó una ligera reducción en el porcentaje de escobas esporulantes y en el índice de basidiocarpos por escoba

**Tabla 1. Porcentaje de escobas esporulantes y promedio de basidiocarpos por escoba para los factores, Producto, Dosis y Edad. Pruebas con una aplicación y dos aplicaciones.**

PRODUCTO Prueba	Variable	Producto				Dosis			Edad				Testigo
		1	2	3	4	1	2	3	1	2	3	4	
(1) Con una aplicación	% escobas esporulantes	14,6	10,5	15,5	16,0	13,4	19,3	8,2	7,6	17,6	20,9	22,6	100%
	Promedio de basidiocarpos por escoba	2,7	7,0	3,0	2,7	2,90	5,1	1,7	1,3	1,7	2,3	6,3	18,5
A B													
(2) Con dos aplicaciones	% escobas esporulantes	0,0	10,7	4,3	0,0	6,0	0,0	3,2	1,08	4,8			100%
	Promedio de basidiocarpos por escoba	0,0	1,3	3,5	0,0	2,6	0,0	1,5	2,0	2,2			18,5

  

Productos	Dosis	Edad
(1) Baycor	(1) Mínima	(1) 0-2 semanas
(2) Bayleton	(2) Media	(2) 2-4 semanas
(3) Plantvax	(3) Máxima	(3) 4-6 semanas
(4) Sicarol		(4) 6-8 semanas

NOTA: Para las dos variables a través de los tres factores (producto, dosis y edad) se encontraron diferencias altamente significativas ( $P < 0,01$ ).

para los dos productos en los 3 volúmenes de agua empleados (Tabla 2). Las reducciones en porcentajes para las dos variables comparadas a través de las aplicaciones semicomerciales y dirigidas se sistematizan en la tabla 5.

### Efecto sobre escobas secas

Se encontraron diferencias significativas ( $P < 0,05$ ) para el porcentaje de escobas esporulantes y para el índice de basidiocarpos por escoba en la aplicación dirigida.

Para la aplicación semicomercial se encontró solamente una significancia aislada para el porcentaje de escobas esporulantes con Baycor aplicado en 250 l/ha de agua (Tabla 3).

Para el índice de basidiocarpos en la aplicación semicomercial no se encontraron diferencias significativas, pero los promedios con Baycor y Bayleton fueron menores que en los testigos.

Los promedios de los tratamientos en la reducción del porcentaje de escobas esporulantes de la aplicación dirigida a alto volumen fue del 70%, en comparación con la aplicación semicomercial que fue de 32% (Tabla 4). Del mismo modo, en la aplicación dirigida se presentó una disminución mayor en el índice de basidiocarpos por escoba a alto volumen (75%) en comparación con la prueba semicomercial que fue del 29%. Al cotejar los resultados de la aplicación dirigida a alto volumen con aplicación dirigida a bajo volumen (experimento

**Tabla 2. Promedios y significancia de la prueba de Duncan para las variables porcentaje de escobas esporulantes e índice de basidiocarpos por escoba para los tratamientos y las diferentes formas de aplicación sobre escobas verdes.**

TRATAMIENTO	APLICACION DIRIGIDA		250l		400l		600l	
	%EE	IBE	%EE	IBE	%EE	IBE	%EE	IBE
TESTIGO	85	3,2	75	2,1	85	3,2	85	3,2
BAYCOR	31**	0,9**	50	1,6	66	2,2	66	2,3
BAYLETON	20**	0,7**	30*	1,3	75	2,8	45*	2,0

DMS: \* 5%; \*\*: 1%

%EE = porcentaje de escobas esporulantes

IBE = índice de basidiocarpos por escoba

No. 1) se observa una menor reducción en el porcentaje de escobas esporulantes en la primera (70%) que en la segunda (87%). De igual forma, para la variable índice de basidiocarpos por escoba la mejor respuesta se obtuvo con la aplicación a bajo volumen con una reducción de la esporulación del 88%, en comparación con un 75% en la aplicación a alto volumen (Tabla 4).

## DISCUSION

### Experimento No. 1: Comparación de 4 fungicidas sistémicos sobre escobas verdes

Las aplicaciones de Bitertanol (Baycor), Triadimefón (Bayletón), Oxicarboxin (Plantvax) y Piracarbolid (Sicarol), en tres dosis y 4 edades de la escoba tuvieron un efecto altamente significativo en la reduc-

**Tabla 3. Promedios y significancia de la prueba de Duncan para las variables porcentajes de escobas esporulantes e índice de basidiocarpos por escoba para los tratamientos y diferentes formas de aplicación sobre escobas secas.**

TRATAMIENTO	APLICACION DIRIGIDA		250l		400l		600l	
	%EE	IBE	%EE	IBE	%EE	IBE	%EE	IBE
Testigo	100	8,0	90	3,9	100	8,0	100	8,0
Baycor	30**	1,6*	50**	2,9	60	5,7	86	7,6
Bayletón	46*	2,3*	75	3,5	66	7,1	70	6,0

DMS: \*: 5%; \*\*: 1%

% EE = porcentaje de escobas esporulantes

IBE = índice de basidiocarpos por escoba

**Tabla 4. Reducción del porcentaje de escoba esporulantes y del índice de basidiocarpos por escoba para los tratamientos aplicados sobre escobas secas.**

Tratamiento	APLICACION SEMICOMERCIAL						APLICACION DIRIGIDA			
	2501		4001.		6001		PROMEDIO		DIRIGIDA	
	%EE	IBE	%EE	IBE	%EE	IBE	%EE	IBE	%EE	IBE
Baycor	45	26	40	29	14	5	33	20	70	80
Bayletón	17	11	34	12	30	25	27	16	54	72
Promedio						30	18	62	76	

%EE = porcentaje de escobas esporulantes

IBE = índice de basidiocarpos por escoba

NOTA : La eficiencia de aplicación dirigida a alto volumen contra la aplicación semicomercial para porcentaje de escobas esporulantes fue del 51% y para el índice de basidiocarpos por escoba fue del 76%.

**Tabla 5. Reducción del porcentaje de escobas esporulantes y del índice de basidiocarpos por escoba para los tratamientos aplicados sobre escobas verdes.**

TRATAMIENTO	APLICACION SEMICOMERCIAL								APLICACION DIRIGIDA			
	250		400		600		Promedio		alto Volumen		Bajo Volumen (1)	
	%EE	IBE	%EE	IBE	%EE	IBE	%EE	IBE	%EE	IBE	%EE	IBE
BAYCOR	34	24	23	32	23	28	27	28	64	72	85	85
BAYLETON	60	39	12	13	48	38	40	30	77	79	90	92
PROMEDIO							32	29	70	75	87	88

%EE = porcentaje de escobas esporulantes

IBE = índice de basidiocarpos por escoba

(1) Resultados del experimento No. 1

ción del porcentaje de escobas esporulantes y el número de basidiocarpos por escoba, mostrando de esta manera una alta sensibilidad del micelio monocariótico biotrófico al interior de las escobas verdes. Esta sensibilidad *in vivo* está relacionada con la sensibilidad encontrada *in vitro* por varios investigadores (Bastos y Medeiros, 1979; Achicanoy y Buriticá, 1980). Los valores para las dos variables fueron un poco más

altos para la edad cuatro, cuando la escoba comienza a morir, indicando una menor efectividad de algunos productos (Bayletón, Plantvax), debido, posiblemente, a una disminución en la tasa de penetración del fungicida. Para la prueba con una aplicación el promedio de basidiocarpos por escoba en el grupo de testigo fue del 18,5, a través de varias fructificaciones, en contraste con 3,2 para los fungicidas; lo cual indica una

**Tabla 6. Datos promedios de la cobertura de aplicación por el método aproximado.**

VOLUMEN (LITROS)	PLANO DEL ARBOL											
	INFERIOR			MEDIO				SUPERIOR			PROMEDIO	
250	169	105	188	80	64	64	44	26	2	154	69	23
400	-	-	-	-	-	-	156	128	142	-	-	142
600	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

NOTA : El promedio general de la aplicación con 250 l/ha de agua fue de 82 y el coeficiente de variación del 65%.

reducción importante en la cantidad de inóculo producido en el transcurso de un año. En la prueba con dos aplicaciones, el promedio de basidiocarpos se reduce un poco más (2,2).

El porcentaje de escobas esporulantes con dos aplicaciones fue mucho más bajo (2,8%) que con una aplicación (17,2%), y las diferencias con el testigo fueron altamente significativas ( $P < 0.01$ ), donde todas las escobas (100%) esporularon entre junio y octubre, cubriendo los períodos de fructificación más importantes del año.

Entre las dosis estudiadas no se presentan diferencias, lo cual indica que la dosis mínima de cada producto es suficiente para obtener una buena reducción de la fructificación del hongo.

#### Experimento No. 2: Evaluación semicomercial de dos fungicidas sistémicos

La efectividad de los productos a nivel semicomercial fue baja. Aunque la aplicación efectuada proporciona un buen cubrimiento del follaje, cubre deficientemente las escobas, debido a la interferencia del follaje; además, la estructura de la escoba y sus variadas posiciones espaciales en el

follaje impiden un cubrimiento adecuado con los productos.

El aumento del volumen de agua a 400 y 600 l/ha con el propósito de aumentar las posibilidades de cubrimiento, ante la imposibilidad de emplear equipos tecnológicamente más adecuados, no mejoró los resultados. El análisis de cobertura mostró que en las aplicaciones con 400 y 600 l/ha (tabla 6) hay un depósito superpuesto total al no diferenciarse las gotas sobre el papel de muestra en los diferentes planos del árbol. Con el volumen de 250 l/ha se obtiene una mejor cobertura debido al menor tiempo de aplicación que no permite una coalescencia y superposición de gotas, que favorezca la formación de gotas grandes y pesadas que por gravedad aceleran su caída al suelo, lo cual pudo ocurrir con los volúmenes mayores.

Para obtener resultados óptimos de cobertura de un fungicida en el campo, el número de gotas por centímetro cuadrado debe estar entre 50 y 70, con un coeficiente de variación de 50% para bajo volumen y del 70% para ultra bajo volumen. En la aplicación de 250 l/ha se obtuvo un promedio de 82 gotas/cm<sup>2</sup> y un coeficiente de variación del 65%; para 400 y 600 l/ha, debido

a la coalescencia total, no fue posible fijar un valor, el cual puede suponerse muy alto, ocasionando un aumento en el coeficiente de variación y, por consiguiente, una mala distribución del producto y pérdidas por goteo.

Los bajos valores obtenidos para las dos variables están relacionados con la interferencia del follaje y la distribución del producto, y no con la eficiencia de los mismos. Un mejoramiento en la eficiencia de la aplicación podría lograrse aplicando después de las podas. Los productos son un poco más eficientes en la inhibición de la fructificación cuando se aplican sobre escobas verdes que sobre escobas secas (aplicación dirigida) y las aplicaciones a bajo volumen presentan mejores resultados que las de alto volumen.

Los conocimientos adquiridos en este trabajo muestran que la poda química de las escobas presenta una baja eficiencia a nivel comercial con repercusiones económicas importantes, afectando drásticamente la rentabilidad del cultivo, en cualquier tipo de explotación de cacao.

Una vía importante a explorar es la aplicación al suelo, con riego, de productos sistémicos, que vayan reduciendo progresivamente las infecciones (Supriadi, 1987). Sin embargo, esta sería, posiblemente, una opción tecnológica para productores de tipo empresarial con una alta productividad (1500 - 2000 kg/ha) y no para la mayoría de los productores nacionales que producen dentro de un sistema de economía campesina.

## BIBLIOGRAFIA

- Achicanoy, H. y Buriticá, P. 1960. Evaluación de fungicidas *in vitro* para el control de *Crinipellis pernicioso* (Stahel) Singer y *Monilophthora roreri* (Cif. y Par.) Evans et al. *Resúmenes del IV Congreso Nacional de Ascolfi*. Medellín, Colombia.
- Bastos, C.N. 1980. Avaliação da eficiencia de fungicidas no controle da vassoura-de-bruxa em casa de vegetação. *Informe técnico*. CEPLAC DEPEA, 1979. pp. 23 - 25.
- Bastos, C.N. e Medeiros, A. 1979. Seleção *in vitro* de fungicidas a *Crinipellis pernicioso* (Stahel) Singer, causador de vassoura-de-bruxa do cacauero. *Rev. Theobroma* (Brasil) 9 129 - 133.
- Buchenauer, H. 1987. Mechanism of action of triazolyl fungicides and related compounds. In: *Modern Selective Fungicides - Properties, Applications, Mechanisms of Action*. Ed. by H. Lyr. pp. 205 - 231. Longman, London.
- Capriles de R, L. 1977. Enfermedades del cacao en Venezuela. Caracas, Fondo Nacional del Cacao. pp. 12 - 26.
- Capriles, L. de Reyes, H. 1972. Recientes estudios llevados a cabo en Venezuela en torno a la enfermedad escoba de bruja del cacao. Estación experimental de Caucagua, Venezuela. 16 pp.
- Cronshaw, D. 1979. Fungicide application together with cultural practices to control cocoa diseases in Ecuador. *Trop. Agric, Trinidad*, 56, 165 - 170.
- Hardy, F. 1961. Manual del cacao. Turrialba, Costa Rica. pp. 253 - 258.
- Holliday, P. 1953. Spraying against Witches' Broom Disease. *Rep. Cacao Res, Trinidad*, 64 - 66.
- Mayorga, M.H. 1988. Host-parasite relationships between isolates of *Crinipellis pernicioso* and cocoa hybrids from Colombia. *M. Phil. Thesis*. University of London.
- McQuilken, M.P.; Supriadi and Rudgard, S.A. 1988. Sensitivity of *Crinipellis pernicioso* to two triazole fungicides *in vitro* and their effect on development of the fungus in cocoa. *Plant Pathology*, 37, 499 - 506.
- Silva, H. 1981. Efecto de fungicidas no controle da vassoura de bruxa em frutos de cacauero. Depart. special de l'Amazonia Coordenadoria de pesquisas. CEPLAC / DIFIT. *Informe técnico*, 1981.
- Supriadi. 1987. Effects of two triazole fungicides on the development of *Crinipellis pernicioso*. *M. Sc. Thesis*. University of London.
- Ycasa, V. 1958. Comparación de espolvoreaciones y atomizaciones a alto y bajo volumen en el control de los enfermedades del cacao, en particular Monilia. Guayaquil, Ecuador. *Tesis*.