

# Capítulo IX.

## LA ESCOBA DE BRUJA DEL CACAO [*Crinipellis pernicioso* (Stahel) Singer] EN LA REGION DEL PIEDEMONTTE LLANERO DE COLOMBIA: ESTUDIO DE LA FRUCTIFICACION DEL HONGO.

Germán Tovar<sup>1</sup>, y Mario Ortíz<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> Profesor Titular.

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

### RESUMEN

La producción de basidiocarpos de *C. pernicioso* fue evaluada sobre escobas suspendidas y escobas en el suelo, en condiciones de un cultivo comercial de cacao. La fructificación del hongo guardó una estrecha relación con la precipitación y la curva anual siguió el patrón de las lluvias con un primer máximo en mayo y un segundo pico en agosto. La fructificación en el *pedemonte llanero* colombiano tiende a ser óptima y tiene una alta correlación ( $P < 0,01$ ) con la precipitación mensual con un máximo de basidiocarpos entre 200 y 300 mm de precipitación. La fructificación fue más alta entre 12 y 14 días de lluvia por mes, condición que es corriente en la zona del *pedemonte* entre marzo y noviembre. La fructificación en las escobas suspendidas mostró que no todas

las escobas producen basidiocarpos en todas las semanas. Las escobas de cojín floral tuvieron un índice de basidiocarpos significativamente mayor que el de las escobas de yema vegetativa y, además, la producción de escobas de cojín a partir del séptimo año fue muy superior a la de yemas. La producción de basidiocarpos sobre escobas suspendidas fue, aproximadamente, un 60% mayor que en las escobas en el suelo. El patrón de producción de basidiocarpos sigue una distribución anual de tipo normal con un máximo entre mayo y junio. Las escobas sobre el suelo se meoteorizan rápidamente y raramente sobrepasan los 6 meses en comparación con las escobas suspendidas que resisten entre 18 y 24 meses. El riesgo de infección de frutos en el tronco y ramas primarias con el inóculo originado sobre las escobas en el suelo es mínimo, a pesar de que el promedio de basidiocar-

pos por escoba fue de 5,0 en los meses de mayor valor (mayo - agosto) y de que la cantidad de escobas en el suelo fue 10 veces mayor a la de una plantación severamente afectada (2000 escobas). Por consiguiente, las escobas removidas pueden permanecer en el suelo dentro de la plantación. El riesgo de infecciones potenciales se disminuye aún más cuando la remoción de escobas se realiza en conjunto con la poda de mantenimiento de los árboles.

## INTRODUCCION

La fructificación de *Crinipellis perniciosa* tiene lugar, después de varias semanas de secamiento de las escobas, sobre frutos secos y hojas de las escobas. El tamaño de la escoba, el estado de la necrosis, la precipitación y la humedad relativa son los factores más importantes que influyen en la producción de basidiocarpos (Baker y Crowdy, 1943). Las escobas suspendidas presentan variaciones en la fructificación, o sea que la producción de basidiocarpos es intermitente y está relacionada con la actividad del grupo de escobas (Baker y Crowdy, 1943); sobre esta base se hicieron intercorrelaciones entre todos los posibles pares de escobas, clasificándolas en cinco grupos según su fructificación semanal, no hubo semana en que todos los grupos fueran inactivos y la duración de la actividad varía considerablemente entre grupos (Rudgard, 1986). Para expresar el valor de la fructificación se propuso el término índice de basidiocarpos por escoba por unidad de tiempo, de esta manera en Trinidad se obtuvo un máximo de 302 basidiocarpos por escoba y por año; muy pocas escobas sobreviven en el árbol por más de dos años (Baker y Crowdy, 1943). Las mazorcas momificadas rara vez producen basidiocarpos y contribuyen poco a las reinfecciones en el mismo árbol (Rudgard, 1987); el 50% de los basidiocarpos se forma sobre las hojas de las escobas muertas (sobre las venas) y las escobas con

hojas producen más basidiocarpos que las escobas sin hojas (Rudgard, 1986).

Las escobas en el suelo producen una cantidad de basidiocarpos significativamente menor que las escobas suspendidas (Evans y Solórzano, 1981; Mejía, Mayorga y Rondón, 1984; Rudgard, 1986). Los basidiocarpos sobre escobas suspendidas permanecieron por más días (3,1) en comparación con los del suelo (2,1); las escobas en el suelo se saturan con el agua de lluvia inhibiendo la esporulación y los follajes densos evitan que se sequen por varios días, por esta razón es importante no dejar espacios en el cultivo (Rudgard, 1986, 1987).

La precipitación es el factor que más influye en la fructificación del hongo y en las épocas lluviosas hay mayor concentración de inóculo; el índice de basidiocarpos también disminuye con el aumento de la lluvia que humedece excesivamente las escobas (229 mm/semana a 356 mm/semana en el transcurso de tres semanas) (Baker y Crowdy, 1943). Un máximo de producción de basidiocarpos se ha obtenido con precipitaciones entre 200 y 300 mm/mes, temperaturas entre 24° y 27° C y humedad relativa entre 80 y 90%; con precipitaciones menores a 100 mm y mayores a 300 mm se reduce la producción de basidiocarpos. En Ouro Preto y Manaus la fructificación se correlacionó positivamente con el número de días con lluvia y con la evaporación cuando fue menor a 2 mm en el mismo mes (Almeida y Andebrhan, 1981a y 1981b).

En los períodos de formación de basidiocarpos se han observado temperaturas entre 20° y 30° C; sin embargo, el intervalo óptimo parece estar entre 20° y 25° C; con temperaturas cercanas a los 30° C a las 14 h no se observó fructificación. Los basidiocarpos no se observan en semanas sin precipitación y 12 horas de humedad por día en las escobas parece ser óptimo para la

fructificación. Para que el follaje se humedezca totalmente se requiere de 1 mm de lluvia, aunque la cantidad de agua depende del ángulo de incidencia. El promedio de basidiocarpos por día sobre escobas suspendidas se disminuye paulatinamente con períodos de lluvia seguidos por un día seco ( $57 \pm 1,4$ ), hasta períodos de lluvia seguidos de más de dos días secos ( $24 \pm 1,6$ ) (Rudgard, 1986).

La producción de basidiocarpos sobre escobas secas en cámaras en el laboratorio está relacionada con los cambios en el contenido de la humedad de las escobas. En las primeras pruebas se logró producir basidiocarpos en cámaras cerradas asperjándolas con agua dos veces por día durante media hora, abriendo las puertas entre cada riego para facilitar el secado (Baker y Crowdy, 1943); posteriormente, para trabajos de taxonomía y de patogenicidad se obtuvieron basidiocarpos sobre escobas secas colocadas en bandejas dentro de cámaras provistas con riego (Dale, 1946; Evans, 1978); en pruebas con varios regímenes diarios se observó que la producción de basidiocarpos era óptima en condiciones controladas con 8 h de humedad y 16 h de sequedad, a una temperatura entre  $20^{\circ}$  y  $25^{\circ}$  C (Suárez-Capello, 1977; Rocha y Wheeler, 1982, 1985). El contenido del agua de la escoba varió de 50% durante el período húmedo a 15% durante el período seco, fructificando el 92% de las escobas después de 40 semanas; además, la mayor producción de primordios y de basidiocarpos maduros fue mayor sobre escobas iluminadas a  $100 \mu\text{Em}^{-2}\text{S}^{-1}$  (Rocha y Wheeler, 1985).

La cantidad y el tamaño de los basidiocarpos producidos sobre escobas puede variar dependiendo del material. El número de basidiocarpos maduros sobre escobas del clon SCA-6 fue de 21 y para el ICS-1 de 5,3. Los basidiocarpos en SCA-6 fueron signifi-

cativamente más grandes que los formados sobre otros clones (Rocha y Wheeler, 1985).

La producción de basidiocarpos fuera de la escoba seca se ha obtenido sobre secciones de escobas y ramas tiernas de cacao esterilizadas en el autoclave y colocadas en *erlenmeyers* con inoculación de micelio. La formación de basidiocarpos tarda bastante tiempo y es escasa (Merchán, 1979; Purdy, 1983; Pickering y Hedger, 1987). También se ha probado la producción de basidiocarpos sobre colchones o felpudos miceliales de *nylon* y madera, colocados en cámaras húmedas; sin embargo, la producción es impredecible, toma mucho tiempo y puede variar ampliamente de un aislamiento a otro (Purdy, Trese y Aragundi, 1983; Wheeler y Mespsted, 1984; Dickstein, Purdy y Frías, 1987).

El propósito de esta investigación fue determinar la dinámica de la producción de inóculo en escobas suspendidas y sobre escobas en el suelo, a través del año, con el fin de complementar el modelo de manejo de la enfermedad.

## MATERIALES Y METODOS

### Localización de las pruebas

Los trabajos sobre la fructificación se realizaron en los municipios de Guamal (Finca Santa Inés) y Granada (Finca La Cabaña).

### Fructificación sobre escobas suspendidas

Las épocas, cantidad y duración de la esporulación fueron registradas sobre las escobas removidas de la parcela experimental, las cuales eran colocadas suspendidas en cuerdas dentro de la misma parcela. Además, se determinó la longitud de las escobas, el grosor y el número de ramificaciones. Se comparó la producción de basi-

diocarpos sobre escobas de cojín y yema vegetativa.

### Fructificación de escobas en el suelo y su relación con la infección de frutos

La prueba se realizó en una parcela de nueve árboles con tres tratamientos: 1) Remoción continua de escobas y fuentes de inóculo (escobas) colocadas sobre el suelo en dos transectos perpendiculares, justamente debajo de la copa de los árboles; 2) remoción continua de escobas y escobas colocadas en el suelo protegidas con mallas para evitar el depósito de material vegetal, y 3) árboles sin remoción y sin escobas en el suelo. La cantidad de escobas colocadas en el suelo fue de 2.000 en 4 compartimentos/árbol. Las escobas estaban secas y muchas presentaban fructificación. La cantidad de basidiocarpos se registró sobre una muestra de 72 escobas/árbol, la cual fue caracterizada, previamente, en cuanto a su longitud, grosor y número de ramificaciones.

Con el fin de mantener una continua y alta cantidad de frutos- patio en el tronco y en la rama primaria, especialmente en estados de desarrollo I y II, se efectuaron polinizaciones artificiales cada mes, las cuales se adicionaron al cuajamiento natural.

### Registro de variables climáticas

Las variables climáticas fueron registradas dentro de la parcela experimental, a saber: temperatura, humedad relativa y precipitación. La caseta meteorológica se colocó a 2,5 m de altura sobre el nivel del suelo, con un higrómetrografo Thies® y la precipitación fue registrada en un pluviógrafo colocado sobre una base a nivel del suelo.

## RESULTADOS

### Fructificación sobre escobas suspendidas en función de la precipitación

La figura 1 registra el comportamiento de la esporulación en Guamal (1982) y Granada (1984 y 1985). En 1982 la precipitación caída fue elevada (3.752 mm) y la precipitación mensual entre marzo y noviembre siempre estuvo por encima de los 100 mm. Si se observan los datos de lluvia por semana, todas las semanas presentaron un nivel de lluvia al menos de 20 mm y la mayoría un nivel superior a 50 mm (Fig. 2). El índice de basidiocarpos fluctuó entre un mínimo de 0,25 y 5,66 basidiocarpos/escoba/semana, lo cual indica que el fenómeno es prácticamente continuo. La curva por meses muestra que los dos máximos se presentan en abril (11 basidiocarpos/escoba) y agosto (9,8 basidiocarpos/escoba), con un mínimo de 1,5 basidiocarpos/escoba/mes, para un total de 50 basidiocarpos/escoba/año.

En 1984 hubo un adelanto atípico de lluvias (Fig. 1b) con índices de basidiocarpos por escoba de 3,1 y 7,3 durante enero y febrero (precipitación promedio de 260 mm). El índice se incrementó paralelamente con la precipitación (promedio de 315 mm) alcanzando un primer máximo en el mes de junio (12,7 basidiocarpos/escoba). En octubre se observó el segundo máximo del año (7,3), coincidiendo con un pico de precipitación de 418 mm. El índice para el año fue de 64,7 basidiocarpos por escoba. Las cimas de fructificación en 1984 corresponden con los valles en la curva de 1982, y viceversa. En 1985 los lluvias vuelven a recuperar su patrón normal y la fructificación entre enero y marzo fue prácticamente nula, como en 1982 (precipitación promedio de 11 mm). El primer máximo ocurrió en mayo (20,3 basidiocarpos/escobas) y el segundo en el mes de agosto con 12,9 basidiocarpos/escoba/ (188 mm).

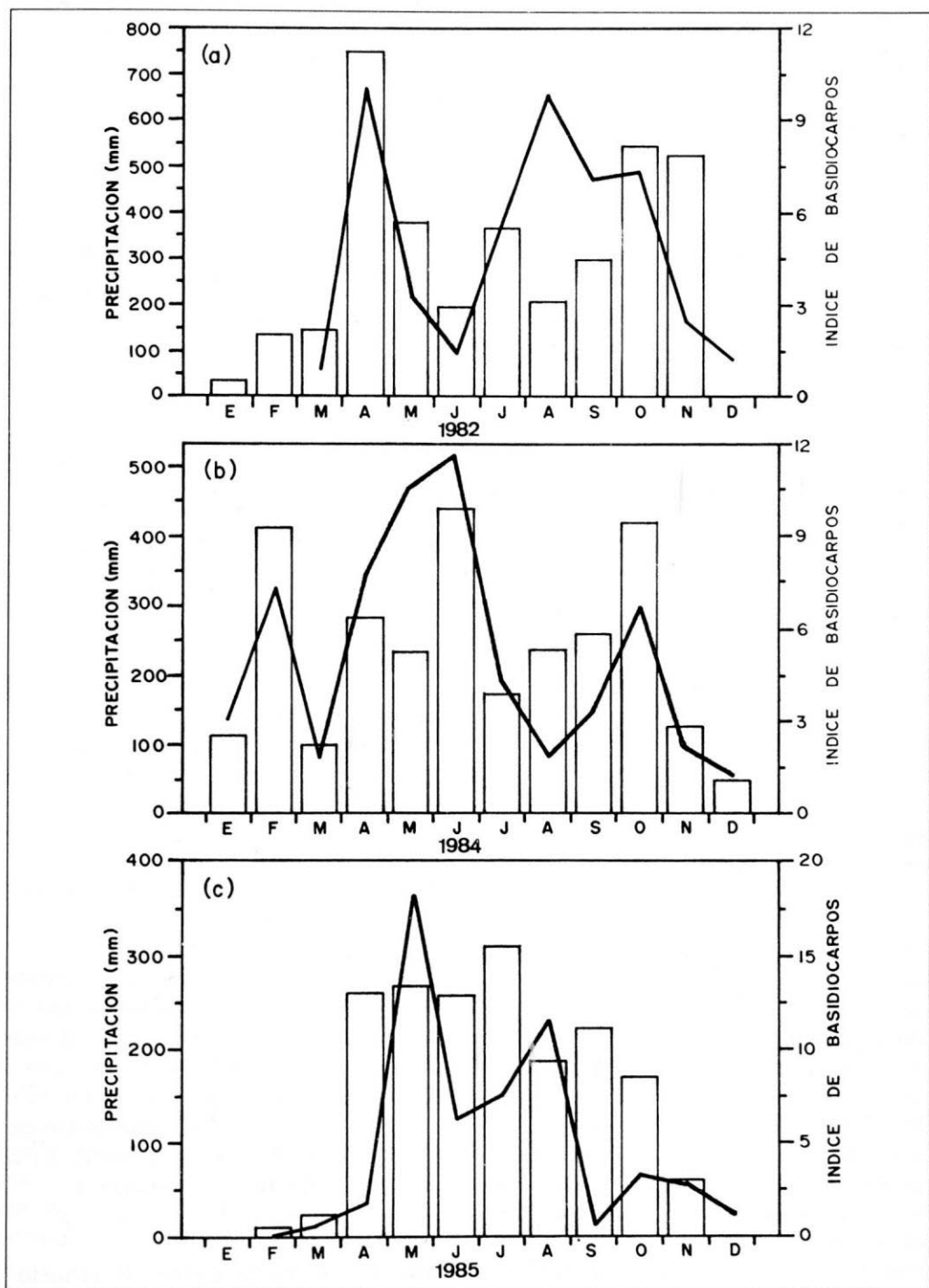


Fig. 1. Comportamiento de la fructificación de *Crinipellis perniciosus* (▬) y distribución mensual de la precipitación (□). (a) Guamal (Finca Santa Inés), 1982, (b) Granada (Finca La Cabaña), 1984 y 1985.

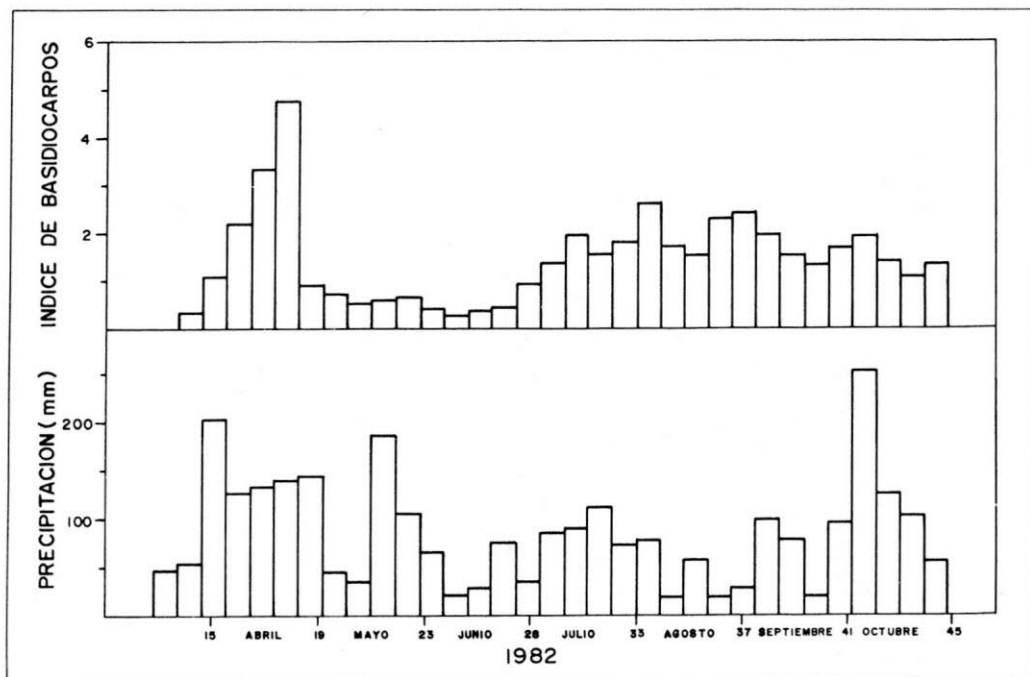


Fig. 2. Índice de basidiocarpos por semana y precipitación semanal registradas en la parcela experimental en Guamal (Finca Santa Inés), 1982.

La fructificación para el año fue de 56,7 basidiocarpos/escoba.

#### Relación entre fructificación, precipitación y número de días con lluvia.

La correlación entre la fructificación (años 84 y 85) y la precipitación del mismo mes (promedio de 13 años) fue altamente significativa ( $r = 0,74$ ;  $P < 0,01$ ), ajustándose a la ecuación  $Y = e^{(-0,50 + 0,085x)}$  (Fig. 3a). La mayor cantidad de basidiocarpos se obtuvo entre 200 y 300 mm/mes. Por encima de 300 mm la fructificación tiende a reducirse. Según la ecuación un basidiocarpo/escoba se obtendría con 58,8 mm/mes. La fructificación, también se correlacionó significativamente con el número de días con lluvia mes ( $r = 0,74$ ;  $P < 0,01$ ), ajustándose a la ecuación  $y = 0,50 + 0,028x^2$ . Esto quiere decir que, para la zona de estudio, la cual presenta una buena distribución de

la precipitación, entre 12 y 18 días de lluvia por mes, son suficientes para estimular significativamente la producción de basidiocarpos (Fig. 3b).

#### Relación entre la fructificación y las características de la escoba

Se encontraron correlaciones altamente significativas ( $P < 0,01$ ) entre la cantidad de basidiocarpos y los valores acumulados de longitud ( $r = 0,82$ ), grosor ( $r = 0,80$ ) y número de ramificaciones ( $r = 0,82$ ) de la escoba. De esta manera las escobas de cojín presentaron una mayor fructificación que las escobas de yema vegetativa.

#### Fructificación de las escobas en el suelo

Las escobas utilizadas en la prueba presentaron las siguientes características: lon-

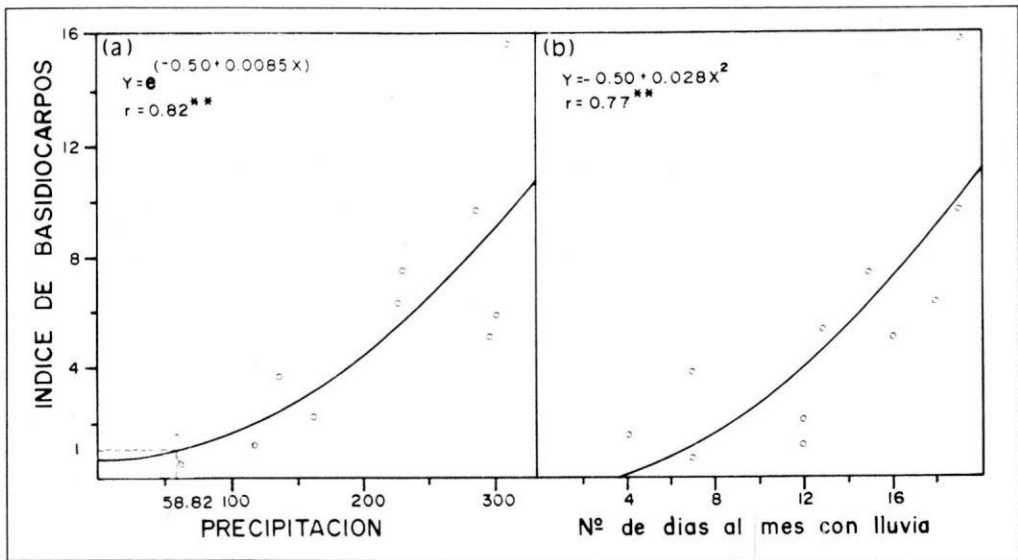


Fig. 3. (a) Relación entre índice de basidiocarpos y la precipitación del mismo mes; (b) Relación entre el índice de basidiocarpos y el número de días de lluvia por mes.

gitud, 28 cm; diámetro, 0,7 cm, y 4,4 ramificaciones, en promedio, para una muestra de 72 escobas. Las escobas seleccionadas fueron grandes, tanto por su longitud como por el grosor, con el fin de que tuvieran una mayor persistencia a lo largo del experimento.

El porcentaje de escobas que fructificaron fue, en promedio, de 45%, y no se encontraron diferencias significativas entre el tratamiento con malla y sin malla; sin embargo, las escobas protegidas con malla presentaron una mayor producción de basidiocarpos (1,99 basidiocarpos/escoba/mes) en comparación con las que se dejaron a libre depósito de material vegetal (1,61 basidiocarpos/escoba/mes). El comportamiento de la fructificación a través del tiempo (Fig. 4) indica que ésta es nula entre enero y febrero. El porcentaje de escobas esporulantes aumenta rápidamente a partir de marzo, presentando una cima prolongada entre abril y agosto de 93,7% de esco-

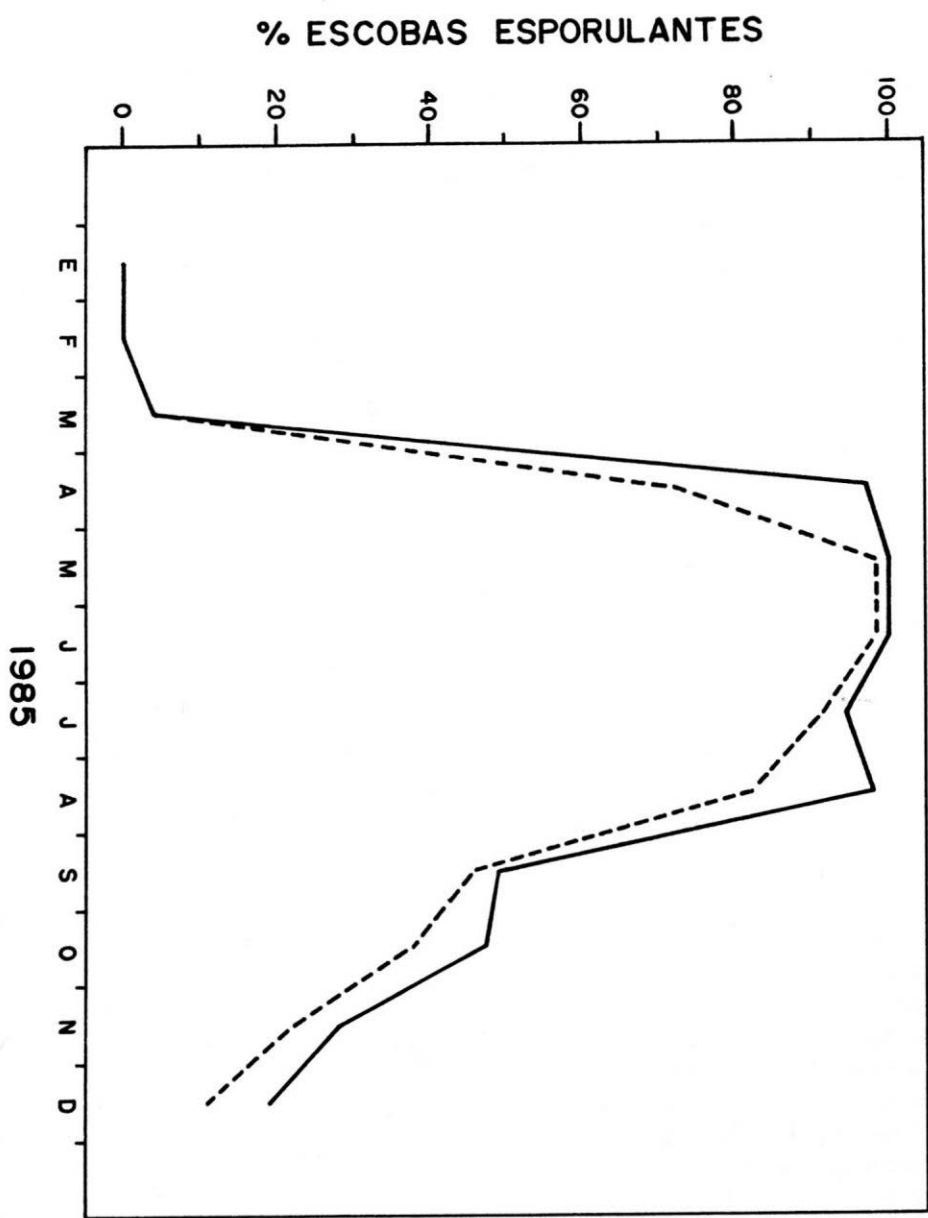
bas esporulantes. Luego, el proceso declina hasta ser nulo en el mes de diciembre.

#### Comparación entre la fructificación de escobas suspendidas y escobas en el suelo

Las diferencias encontradas fueron amplias (Tabla 1). Al agrupar la producción de basidiocarpos bimensualmente se encontró un comportamiento unimodal, cuasi-simétrico (Fig.5), siendo el bimestre de mayo-junio el de mayor producción de basidiocarpos, con un índice promedio de 4,9, para escobas en el suelo sin malla, de 6,2 para escobas con malla y de 13,5 para escobas suspendidas; por consiguiente, estas últimas superaron, en promedio, en un 59% a las del suelo, en una relación de 2,5:1. Las escobas suspendidas pueden permanecer fructificando entre 18 y 24 meses, mientras que las del suelo lo hacen, aproximadamente, durante 6 - 7 meses, debido a su rápida degradación en el suelo.



Fig. 4. Fructificación de escobas sobre el suelo, protegidas con mallas (—) y sin protección (---), en el transcurso de 1985.





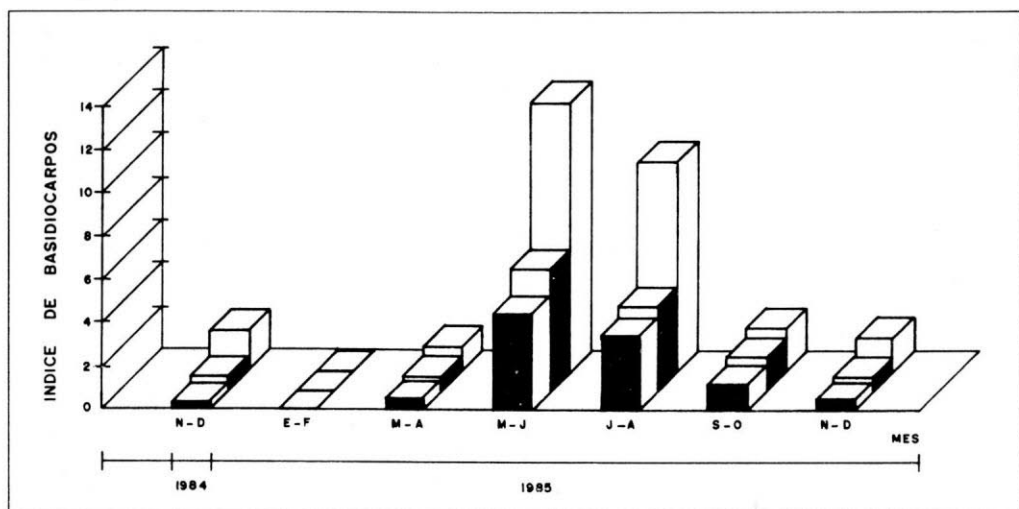


Fig. 5. Número de basidiocarpos por escoba y por mes sobre escobas suspendidas (□), sobre escobas en el suelo protegidas con mallas (▨) y sobre escobas en el suelo sin protección (■), en el transcurso de 1985.

**Tabla 1. Índices de basidiocarpos por escobas para escobas en el suelo y escobas suspendidas**

Índice basidiocarpos por escoba	Escobas en el suelo		Escobas suspendidas promedio	
	con malla	sin malla		
Medio	1,99	1,61	1,8	4,4
Máximo	5,89	5,50	5,7	20,3
Total	27,83	22,53	25,2	61,4

#### Fructificación de escobas en el suelo y su relación con la infección de frutos

El mayor porcentaje de frutos necrosados a causa de la *escoba de bruja*, tanto en el tronco como en la rama primaria, fue el del tratamiento sin remoción de escobas y sin escobas en el suelo (19%). Los tratamientos con fuentes de inóculo en el suelo y remoción de escobas presentaron un valor promedio de pérdida de frutos de 3,8% (Tabla 2).

#### DISCUSION

Las curvas de producción de inóculo en el tiempo en conjunto con los aspectos fenológicos del cacao puede permitir la elaboración de modelos de pronóstico de la enfermedad. La fructificación guarda una estrecha relación con la precipitación, por consiguiente, la curva anual sigue, en general, el patrón de lluvias. Para el año de lluvias normales (1982 y 1985) la producción asciende paulatinamente hasta alcanzar un primer máximo en abril - mayo; luego decreciendo en la estación seca secundaria y vuelve a incrementarse en agosto con el aumento de la precipitación, alcanzándose el segundo pico del año. A partir de este punto el índice decrece paulatinamente hasta el mes de diciembre (estación seca principal). Sin embargo, en algunos años las lluvias aparecen temprano, desplazándose a enero y febrero (1984), lo que hace que la fructificación también se desplace y que los picos de fructificación se presenten de acuerdo con la intermitencia de las lluvias. De esta manera, en 1984, se obtuvo

**Tabla 2. Porcentaje de frutos formados y necrosados por *Crinipellis pernicioso* a nivel del tronco y la rama primaria, para la prueba con fuentes de inóculo en el suelo.**

FRUTOS (%)	TRATAMIENTOS								
	T - 1			T - 2			T - 3		
	TRONCO	RAMA 1a	TOTAL	TRONCO	RAMA 1a	TOTAL	TRONCO	RAMA 1a	TOTAL
Formados	44,6	55,4	100,0	23,4	76,6	100,0	22,3	77,7	100,0
Necrosados	1,9	4,5	3,3	3,1	4,8	4,4	42,9	12,3	19,2
Distribución de porcentaje de frutos necrosados	25,0	75,0	100,0	16,7	83,3	100,0	50,0	50,0	100,0

T - 1: Fuentes de inóculo en el suelo; sin remoción; protección malla.

T - 2: Fuentes de inóculo en el suelo; sin remoción; sin protección

T - 3: Sin fuentes y sin remoción.

un primer pico en marzo, el segundo en junio y el último en octubre. El índice de basidiocarpos/escoba varía de un año a otro, habiendo sido de 50 en 1982, de 64,7 en 1984 y de 56,7 en 1985.

En el estudio de la dinámica de producción de escobas (cap. VIII) se observó que en 1984 la tasa de escobas por mes fue baja ( $b = 12$ ), en comparación con la de 1985 ( $b = 23$ ), debido, posiblemente, al desfase entre la fructificación y los patios de infección y no a la cantidad total de inóculo producido.

La fructificación en la zona del *pedemonte llanero* tiende a ser óptima, debido a la alta correlación ( $P < 0,01$ ) encontrada entre ésta y la cantidad de precipitación por mes (200 - 300 mm), la cual fue observada en otras investigaciones (Baker y Crowdy, 1943; Almeida y Andebrhan, 1981a y 1981b). Además, la precipitación bien distribuida a nivel mensual favorece ampliamente la fructificación, encontrándose que ésta es alta entre 12 y 18 días de lluvias por

mes, situación que es común para la zona de estudio entre marzo y noviembre exceptuando el veranillo de julio. El análisis de la precipitación semanal indica que todas las semanas entre marzo y noviembre tuvieron lluvias, y la mayor parte de ellas presentó una precipitación superior a los 50 mm. Esta condición climática determinó que la fructificación fuera un proceso prácticamente continuo, con fluctuaciones importantes del índice de basidiocarpos por escoba/semana. La distribución diaria de la precipitación tiene una frecuencia alta de las precipitaciones nocturnas, lo cual proporciona los períodos alternos de humedad y sequedad adecuados para la fructificación del hongo, habiendo sido encontrado que períodos de humedad de 12 horas son óptimos (Rudgard, 1986).

Para ecosistemas menos lluviosos y con una intermitencia mayor entre los días con lluvia y sin ella parece que la fructificación se reduce considerablemente. De esta manera se ha encontrado que para períodos de lluvias seguidos de un día seco el pro-

medio de basidiocarpos por día sobre escobas suspendidas fue de  $57 \pm 1,4$ , mientras que aquellos seguidos de dos días secos, la reducción en la fructificación fue mayor del 50% ( $24 \pm 1,6$  basidiocarpos/día). En Colombia existen zonas cacaoteras importantes, como la de la zona marginal baja cafetera del Antiguo Caldas (800 - 1.200 m.s.n.m.), donde el problema de *escoba de bruja* es poco severo. Posiblemente sus causas se encuentren en la cantidad y la distribución de las lluvias y en el número de períodos de humedad, teniendo en cuenta que la temperatura no es el factor limitante de la fructificación, presentándose en un intervalo muy amplio de 20° C a 30° C.

La fructificación sobre escobas suspendidas muestra que no todas las escobas producen basidiocarpos en todas las semanas, lo cual es una observación antigua (Baker y Crowdy; 1943), estudiada detalladamente en investigaciones recientes (Rudgard, 1986), donde el fenómeno se asocia con una actividad enzimática de los agaricales, relacionada con fases de degradación de la lignina durante la formación de primordios. Sin embargo, desde el punto de vista de la epidemiología cuantitativa lo más importante son los valores de fructificación, medidos sobre una muestra lo suficientemente grande que involucre todos los grupos de fructificación y permita avalar un orden de magnitud de la producción de basidiocarpos como realmente ocurre en el campo; por esta razón es útil y adecuado trabajar con un índice promedio de basidiocarpos/escoba. Las escobas de cojín floral presentan un índice de basidiocarpos significativamente mayor que las escobas de yema vegetativa. En las plantaciones de cacao en el *piedemonte llanero* de Colombia, la producción de escobas de cojín a partir del séptimo año es superior a la de las yemas (Cap. VIII), lo cual es importante desde el punto de vista de la cantidad y

concentración del inóculo disponible para las infecciones, fundamentalmente, a nivel de los frutos.

Las diferencias entre las fructificaciones de escobas suspendidas y escobas en el suelo son marcadas, aproximadamente un 60% mayor en las primeras que en las segundas. Es importante destacar que el patrón de producción de basidiocarpos en el tiempo es similar (Fig. 5) con una distribución anual de tipo normal, y un máximo entre mayo y junio. Como se registró en el capítulo VI sobre la producción de frutos, las curvas son similares, coincidiendo la mayor cantidad de basidiocarpos con la formación de frutos en los dos primeros estados de desarrollo.

Las escobas en el suelo fructifican menos debido a una mayor saturación con agua y, en general, a unas condiciones más limitantes para la alternancia de períodos de humedad y sequedad. Además, las escobas en el suelo deben presentar una mayor concurrencia de hongos saprófitos. La meteorización de las escobas en el suelo es más rápida (6 meses, aproximadamente) que en escobas suspendidas, las cuales conservaron su capacidad de fructificación entre 18 y 24 meses.

El aspecto epidemiológico más destacado de la fructificación de las escobas en el suelo es la potencialidad del inóculo, particularmente para los frutos. Las podas fitosanitarias se recomendaron, en un principio, acompañadas de la destrucción de escobas fuera de la plantación. Este método duplica el valor de los costos (Almeida y Andebrhan, 1987). La prueba de infección sobre frutos en el tronco y en la rama primaria con una fuerte cantidad de escobas en el suelo (2.000), 10 veces superior a la de una plantación severamente afectada (200 escobas/árbol), mostró que el tratamiento sin fuentes en el suelo y sin remo-

ción de escobas en el árbol presentó un 19% de frutos infectados y necrosados, mientras que los tratamientos con escobas debajo del árbol y sin escobas en el follaje presentaron en promedio 3,8% de frutos perdidos. La fructificación de escobas en el suelo en los meses de mayor valor (mayo - agosto), la cual coincide con el estado de desarrollo 1 y 2 de los frutos, fue de 5,0 basidiocarpos/escoba, en promedio. Si este inóculo fuera verdaderamente funcional la destrucción de frutos hubiera debido ser muy alta. En el tratamiento sin escobas en el suelo la pérdida de frutos fue aproximadamente cinco veces mayor, indicando, especialmente, la importancia de las escobas suspendidas al interior de un mismo árbol, sin descartar las infecciones a partir de los árboles vecinos, no ponderada en esta prueba. Ahora bien, la cantidad de 3,8% de frutos perdidos en los árboles con escobas en el suelo, sobre todo los de las ramas primaria, no se puede afirmar que se infectaran con el inóculo procedente del suelo, por cuanto el inóculo lateral opera necesariamente.

De otra parte, las podas fitosanitarias más importantes deben realizarse durante las estaciones secas y, generalmente; acompañadas de podas de mantenimiento del árbol que aportan una gran cantidad de material vegetal. A nivel de escoba individual los basidiocarpos presentan un geotropismo negativo, dirigiendo su descarga hacia el suelo. La liberación se hace en las horas nocturnas, principalmente, cuando la turbulencia en las capas de aire cerca del suelo es nula y las velocidades del viento son bajas (<1 m/s); además, la descarga es un proceso rápido y masivo, que forma una especie de película adhesiva que se fija fácilmente al primer objeto que interfiera. Todas estas circunstancias, en conjunto, hacen que las escobas puedan permanecer, sin altos riesgos, al interior de la plantación

haciendo más factible económicamente la práctica del control cultural.

## BIBLIOGRAFIA

Almeida, L.C. e Andebrhan, T. 1981a. Comissão Executiva do plano da Lavoura Cacaueira- CEPLAC. Epidemiologia de Vassoura - de - bruxa. *Informe técnico. Centro de pesquisas do cacau.* CEPEC. Bahia (Brasil) pp. 306-316.

Almeida, L.C. e Andebrhan, T. 1981b. Comissão Executiva do plano da Lavoura Cacaueira- CEPLAC. Epidemiologia de Vassoura - de - bruxa. *Informe técnico. Centro de pesquisas do cacau.* CEPEC. Bahia (Brasil), pp. 314-329.

Almeida, L.C. e Andebrhan, T. 1987. Recuperação de plantações de cacau, com alta incidência de vassoura-de-bruxa na Amazonia brasileira. *10a conferencia Internacional de Pesquisas em Cacau*, Santo Domingo, República Dominicana. pp. 337-339.

Baker, R.E.D. and Crowdy, S.H. 1943. Studies in the witches' broom disease of cocoa caused by *Marasmius perniciosus* Stahel. Part I. Introduction, Symptoms and Etiology. *Memoir of the Imperial College of Tropical Agriculture, Trinidad*, No. 7, 28 pp.

Dale, W.T. 1946. Witches' broom disease investigations XII: Further studies on the infection of cacao pods, *Tropical Agriculture, Trinidad*, 23, 217-221.

Dickstein, E.R.; Purdy, L.H. and Frías, G.A. 1987. *Crinipellis perniciosus* the cacao witches' broom fungus: Inoculum production and storage (Abstracts) *Phytopathology*, 77, 1747.

Evans H.C. 1978. Witches' Broom disease of cocoa (*Crinipellis perniciosus*) in Ecuador. *Annals of Applied Biology*, 89, 185-192.

Evans N.C. and Solórzano, G. 1981. Witches' Broom disease: wrong experiment-right results. *Proceedings of the 8th. International Cocoa Research Conference*, Cartagena, Colombia, October 1981, pp. 415-418.

Mejía, V.; Mayorga, M. y Rondón, G. 1984. Avances de la investigación desarrollada por el programa de cacao en el centro regional de investigaciones "Tulenapa". *Resumen del informe anual de actividades.* Instituto Colombiano Agropecuario. 36 pp.

Merchán, V.M. 1979. Obtención *in vitro* de basidiocarpos del hongo *Crinipellis perniciosus*. En: *Informe anual de actividades 1978b-1979a. Progra-*

mas de fitopatología y cacao. Regional 9, ICA, Manizales. pp 50-54.

Pickering, V. and Hedger, J.N. 1987. Production of basidiocarps of cocoa pathogen *Crinipellis pernicioso* in vitro cultura. *Transactions of the British Myological Society*, 88, 404-406.

Purdy, L.H. 1983. Witches' broom of *Theobroma cacao* induced in vitro basidiospores of *C. pernicioso*. (Abstract) *Phytopathology*, 73, 124.

Purdy, L.H.; Trese, A.T. and Aragundi, J.A. 1983. Proof of Pathogenicity of *Crinipellis pernicioso* the cause of witches broom of *Theobroma cacao*. *Revista Theobroma*, 13, 157-163.

Rocha, H.M. and Wheeler, B.E.J. 1982. The water balance as an important factor in basidiocarp production by the causal fungus of cocoa witches' broom. In: *Proceedings of the 8th. International Cocoa Research Conference*. Cartagena, Colombia. pp. 381-396.

Rocha, H.M. and Wheeler, B.E.J. 1985. Factors influencing the production of basidiocarps and the

deposition and germination of basidiospores of *C. pernicioso*, the causal fungus of witches' broom disease on cocoa (*Theobroma cacao* L.). *Plant Pathology*, 34, 319-328.

Rudgard, S.A. 1986. Witches' broom disease on cocoa in Rondonia, Brazil: pod losses. *Tropical Pest Management*, 32, 24-26.

Rudgard, S.A. 1987. Witches' broom disease on cocoa in Rondonia, Brazil: Infection of vegetative flushes and flower cushions in relation to host phenology. *Plant Pathology*, 36, 523-530.

Suárez-Capello, C. 1977. Growth of *Crinipellis pernicioso* (Stahel) Singer in vivo and in vitro. *Ph. D. Thesis*. University of London.

Wheeler, B.E.J. and Mepsted, R. 1984. Pathogenic races of *Crinipellis pernicioso* (Stahel) Singer, the causal fungus of witches' broom of cocoa (*Theobroma cacao* L.). *Final Report to the Cocoa, Chocolate and Confectionery Alliance*. London, Imperial College. pp. 164.