

# Capítulo XII

## LA ESCOBA DE BRUJA DEL CACAO [*Crinipellis pernicioso* (Stahel) Singer]. EN LA REGION DEL PIEDEMONTE LLANERO DE COLOMBIA: PERFIL DE PERDIDAS DE FRUTOS DE CACAO POR MARCHITAMIENTO DE PEPINOS, AGENTES CRIPTOGAMICOS E INSECTOS.

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. AA. 14490. Santa Fe de Bogotá, D.C.

### RESUMEN

**E**l objetivo de este estudio fue determinar la pérdida de frutos de cacao debidas a la infección ocasionada por *C. pernicioso*, en el contexto de las pérdidas totales a causa de diferentes factores. Se encontró que el 10,5% de los frutos se perdía por los ataques de escoba de bruja y que las mayores pérdidas registradas eran debidas al marchitamiento fisiológico. Los frutos fueron más susceptibles a la enfermedad en el transcurso de sus dos primeros meses de edad, con una pérdida del 88% del total de los frutos afectados por la escoba de bruja. La distribución de frutos enfermos de acuerdo con el estrato del árbol no mostró diferencias importantes, siendo proporcional a tres estratos diferenciados en el árbol.

### INTRODUCCION

Los frutos de cacao, después de su formación y durante el transcurso de 5 a 6 meses de desarrollo, están expuestos a varios factores depresivos que inciden en el rendimiento total del cultivo. Estos factores están relacionados con el marchitamiento de pepinos (fisiológico y diferencial), las infecciones debidas a enfermedades, principalmente *escoba de bruja* y *podrición parda*, y el ataque de insectos dañinos, como el *Monalonium dissimulatum*.

La caída de frutos por marchitamiento representa una pérdida de, aproximadamente, la mitad de los frutos cuajados (Boyer, 1970). En el clon UPA-620, se perdieron por marchitamiento de pepinos 54%, de los frutos, y en el clon IFC-5, el 51%.

En ausencia de control fitosanitario las pérdidas totales de frutos para UPA - 620 fueron de 67% y para el IFC-5, de 94% (Paulin, 1981).

El marchitamiento de pepinos ocurre comúnmente en 3 períodos; el primero se extiende hasta 9-10 semanas después de la polinización, con un pico entre la 7a y la 8a semana; un segundo período de 9-10 a 14 semanas, con un pico hacia la 12a semana, y un último período entre la 14a semana y la maduración, en el cual el marchitamiento desaparece (Mossu, 1980).

Las pérdidas de frutos por *Crinipellis pernicioso* en Brasil, muestran que en Benévides (Pará) los picos ocurren entre septiembre y diciembre, con una reducción media anual de 11,4%, mientras que entre diciembre y marzo, en donde se concentra un 50% de la producción anual, sólo se presenta un 3,2%, de pérdidas. En Manaus (Amazonas) las mayores pérdidas ocurren entre agosto y septiembre, con una media anual de 14,4%, mientras que entre marzo y junio, en donde se produce el 60% de la cosecha, las pérdidas son tan sólo de 1,8%. En Ouro Preto (Rondonia) las pérdidas fueron altas (63%) de abril a mayo, período en que se produce el 70% de la cosecha (Comissao Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira - CEPLAC - 1983). La producción de mazorcas en Ouro Preto se incrementó entre el 3o y el 6o año, apareciendo las primeras infecciones entre el 4o y 5o año. Durante 1984 se registró la incidencia de mazorcas infectadas en árboles de Catongo x UF -613, de 12 y 13 años de edad, en una parcela de 4 hectáreas. El número de frutos cosechados sigue una distribución normal entre enero y octubre y se obtuvo un 61% de mazorcas enfermas (Rudgard, 1986).

El propósito de este trabajo de investigación fue el de establecer las pérdidas de frutos por *Crinipellis pernicioso* en el con

texto total de pérdidas por diferentes factores, determinar los estados de desarrollo del fruto más susceptibles a la enfermedad y conocer la dinámica de la pérdidas en el transcurso de un año.

## MATERIALES Y METODOS

### Localización del Experimento

La investigación se realizó en la finca "La Cabaña", en el municipio de Granada, en la región del *pedemonte llanero*. Las coordenadas geográficas con 3° 32' de latitud norte y 73° 43' de longitud oeste.

La parcela experimental se seleccionó en un lote correspondiente a una plantación de 6 años de edad, constituida por una mezcla de híbridos provenientes de la localidad de Santaguada (Caldas).

### Parcela experimental

La parcela experimental constó de 27 árboles, los cuales fueron sometidos a una remoción inicial de todos aquellos órganos enfermos o afectados por algún trastorno fisiológico.

### Polinización

Con el propósito de mantener una población adecuada de frutos y conocer su edad durante su estudio, se polinizaron manualmente alrededor de 100 flores por mes, seleccionadas en 9 de los árboles de la parcela experimental. La técnica de polinización consistió en tomar polen de flores pertenecientes a árboles con fruto morado para polinizar flores de árboles con frutos de color verde, y viceversa, a fin de reducir los fracasos por incompatibilidad. Dicha polinización se realizó teniendo en cuenta los diferentes estratos del árbol: tronco, rama primaria, rama secundaria y rama terciaria.

Las flores para polinizar, al igual que las flores de las que se obtuvo el polen, fueron seleccionadas y protegidas la víspera de su apertura con la ayuda de tubos plásticos. La polinización se realizó entre las 6 a.m. y las 10 a.m., después de remover el tubo plástico en cada flor, eliminando dos estaminodios para facilitar la polinización.

Para la determinación de los estados de desarrollo de los frutos se fijaron dos criterios: la edad y el tamaño.

### Clasificación por edad

**Estado 1:** Frutos muy pequeños. Corresponde al primer mes después del cuajamiento, en el transcurso del cual su volumen no supera el 5% del valor total al terminar el crecimiento. Los pepinos son frágiles, particularmente el pedúnculo que es muy sensible a la acción mecánica de los agentes externos (precipitación y vientos).

**Estado 2: Frutos pequeños.** Hasta el segundo mes después del cuajamiento, en el cual el volumen es inferior al 20% de los valores óptimos al terminar el crecimiento.

**Estado 3:** Tercero y cuarto mes después del cuajamiento con un incremento volumétrico fuerte. Al final de este estado el fruto alcanza un tamaño próximo al valor óptimo y entra en la segunda fase en la cual al incremento de materia seca llega a ser preponderante. También se enriquece en agua.

**Estado 4:** Quinto y sexto mes después del cuajamiento. No hay variación en el volumen y, por el contrario, hay una neta elevación del peso seco. Corresponde a la maduración del fruto.

### Clasificación por tamaño

**Categoría 1:** Frutos con una longitud comprendida entre 1 y 3,9 cm.

**Categoría 2:** Frutos con una longitud comprendida entre 4 y 12,9 cm.

**Categoría 3:** Frutos con una longitud comprendida entre 13 y 18,9 cm.

**Categoría 4:** Frutos con una longitud mayor de 19 cm.

Los pepinos que se formaban, ya sea por polinizaciones artificiales o por polinizaciones naturales, fueron cuidadosamente marcados y observados hasta la recolección, pudiendo de este modo estimar la proporción de pepinos marchitos, frutos atacados por hongos y frutos sanos.

## RESULTADOS

### Producción y pérdidas de frutos

Las pérdidas de frutos formados en la parcela de polinización natural se distribuyeron según los resultados de la Figura 1 y Tabla 1. El porcentaje de frutos cosechados fue de 47,9% y las pérdidas totales de 52,2%. Las mayores pérdidas de frutos correspondieron al marchitamiento de pepinos (35,8%). Las pérdidas por escoba de bruja fueron de 6,7% del total de frutos formados, en tanto que las ocasionadas por la pudrición parda fueron de 9,4%. La pérdida por insectos fue muy baja 0,2%. Si se descuenta el porcentaje de frutos por marchitamiento, las pérdidas por *escoba de bruja*, son del 10,5% y las de pudrición parda del 14,7%.

Para la parcela de polinización artificial (Fig. 1, Tabla 2), el perfil de pérdidas presentó el mismo orden, pero los valores para cada factor de pérdida fueron mayores. Las pérdidas para *escoba de bruja* y *pudrición parda*, sin contar aquellas debidas al marchitamiento de pepinos, son de 14,4% y 12,1%, respectivamente.

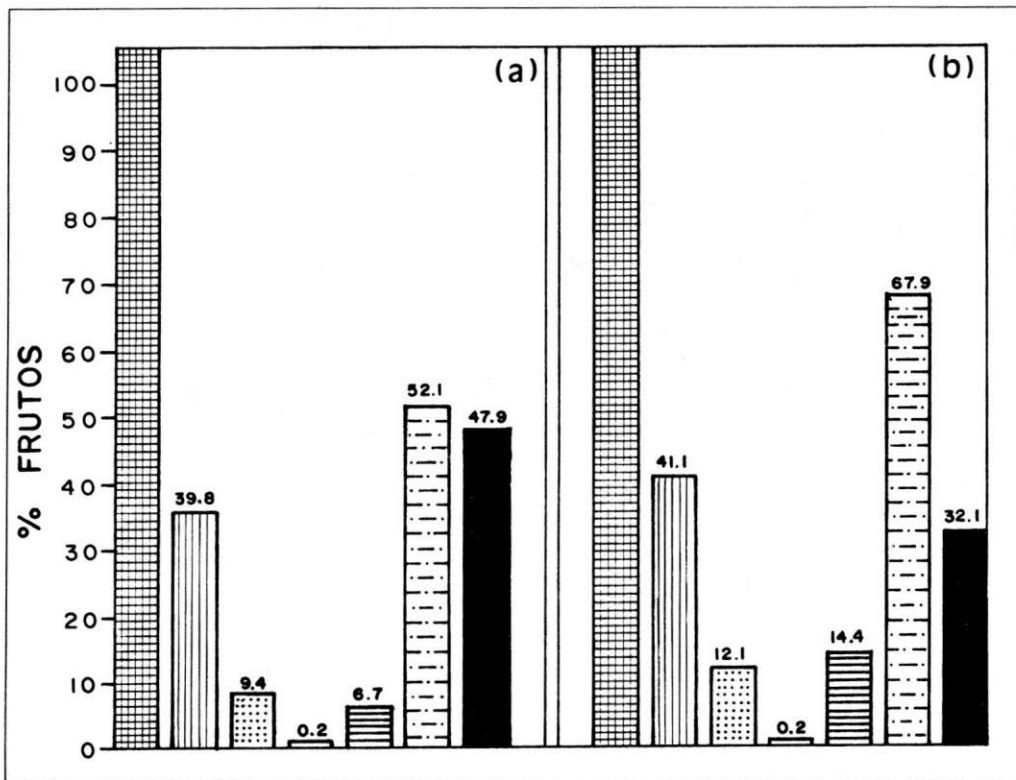


Fig. 1. Perfil de pérdidas de frutos de cacao: (a) parcela de polinización natural y (b) parcela de polinización artificial. Total de frutos formados (▨), marchitamiento de pepinos (▧), pudrición negra (▩), insectos (□), escoba de bruja (▨), pérdidas totales (▩) y frutos cosechados (■).

En la parcela de polinización natural se formaron 980 frutos en total, en contraste con la de polinización artificial que fue de 1779 frutos, en una relación de 1: 1,8, aunque las pérdidas en el segundo caso fueron mayores ( 67,9%), la producción bruta de la parcela fue superior (571 frutos) en comparación con el primero (469 frutos), con una relación de 1: 1,21.

#### Pérdidas de frutos de diferentes estados de desarrollo

En la parcela de polinización natural, las pérdidas por marchitamiento de pepinos fueron altas durante los primeros 60 días (Tabla 3); a partir de esta edad no se perdie-

ron frutos por este factor. Las pérdidas por *escoba de bruja* fueron altas durante los primeros 60 días (43,9% en promedio) y se reducen sustancialmente en la fase de maduración del fruto (1,5%).

Con la pudrición parda sucedió un fenómeno más o menos parecido. Para la parcela de polinización artificial (Tabla 4) los resultados presentaron tendencias similares.

#### Pérdida de frutos según el estrato del árbol

La distribución de los frutos en los árboles de la parcela de polinización natural fue más o menos similar en los tres niveles

**Tabla 1. Producción y pérdidas de frutos según el estrato del árbol en la parcela de polinización natural.**

Frutos (%)	Estrato del árbol				Total
	Tronco	Rama Primaria	Rama Secundaria	Rama Terciaria	
Formados	6,7	31,4	28,3	33,6	100,0
Cosechados	3,1	17,2	13,1	14,5	47,9
Perdidos	3,7	14,2	15,2	19,1	52,2
Marchitamiento de pepinos	50,0	32,5	38,3	34,0	35,8
Escoba de bruja	<u>3,0(1)</u>	<u>5,8</u>	<u>5,8</u>	<u>9,1</u>	<u>6,7</u>
	6,1(2)	8,6	9,3	13,8	10,5
Pudrición parda	<u>1,5</u>	<u>6,8</u>	<u>9,4</u>	<u>13,4</u>	<u>9,4</u>
	3,0	10,1	15,2	20,3	14,7
Insectos dañinos	<u>0,0</u>	<u>0,0</u>	<u>0,4</u>	<u>0,3</u>	<u>0,2</u>
	0,0	0,0	0,6	0,5	0,3

(1) Numerador: % de frutos perdidos por estrato.

(2) Denominador: % de frutos perdidos descontando los frutos por marchitamiento fisiológico.

de ramas (Tabla 1), siendo la del tronco un tercio de la de las ramas. Las pérdidas por marchitamiento de pepinos en el tronco fueron marcadamente mayores (50%) que en las ramas (14,9%) donde la distribución fue similar. En el caso de frutos afectados por *escoba de bruja* y *pudrición parda* se nota una pérdida ligeramente mayor a nivel de las ramas terciarias.

La distribución de la cosecha en la parcela de polinización artificial se modificó sustancialmente con respecto a la natural (T: 8,5; r1: 15,2; r2: 25,3 y r3: 51%). El marchitamiento de pepinos en el tronco fue 50% menor al ocurrido en las ramas y dentro de éstas no hubo diferencias amplias. No se apreciaron diferencias en el porcentaje de frutos afectados por *escoba de bruja* y *pudrición parda* (Tabla 2).

#### Evaluación de las pérdidas de frutos a través del año

El balance mensual de producción y pérdida de frutos entre enero y diciembre,

para los dos tipos de parcela, mostró que la mayor producción de frutos tiene lugar en el segundo semestre (Fig. 2, 3 y 4). En la parcela de polinización natural, la curva de cuajamiento comienza a incrementarse a partir del mes de mayo con un índice de 5,1 frutos/árbol/mes hasta alcanzar un máximo en el mes de septiembre de 14 frutos/árbol, descendiendo luego hasta el mes de diciembre (6,6 frutos/árbol). La producción de frutos de la cosecha principal presenta, por consiguiente, una distribución normal (Fig. 2).

Para la parcela de polinización artificial se obtuvo una tendencia similar desde el punto de vista cualitativo, pero con valores más altos (mayo: 28,7 frutos/árbol; agosto: 66,2 F/árbol y diciembre: 31,5 F/árbol) (Fig. 3).

Las pérdidas de frutos se presentaron durante todo el año y siguen una distribución similar a la de producción de frutos. Para

**Tabla 2. Producción y pérdidas de frutos según el estrato del árbol en la parcela de polinización artificial.**

Frutos (%)	Estrato del árbol				Total
	Tronco	Rama Primaria	Rama Secundaria	Rama Terciaria	
Formados	8,5	15,2	25,3	51,0	100,0
Cosechados	4,8	5,3	9,0	12,9	32,1
Perdidos	3,7	9,8	16,2	38,1	67,9
Marchitamiento de pepinos	24,3	45,2	48,5	39,0	41,1
Escoba de bruja	5,3 (1)	7,4	4,2	23,1	14,4
	7,0(2)	13,5	8,2	38,0	24,5
Pudrición parda	13,2	12,2	10,9	12,6	12,1
	17,4	22,3	21,1	20,6	20,6
Insectos dañinos	0,66	0,0	0,67	0,0	0,22
	0,86	0,0	1,30	0,0	0,38

(1) Numerador: % de frutos perdidos por estrato.

(2) Denominador: % de frutos perdidos descontando los frutos por marchitamiento fisiológico.

la parcela de polinización artificial el marchitamiento de pepinos fue máximo en agosto - septiembre (15,1 y 15,3 frutos/árbol), coincidiendo con el máximo de producción de frutos (Fig. 2).

Las pérdidas de frutos por escoba de bruja y pudrición parda presentan una evolución paralela a la de producción de frutos (Fig. 3). La ecuación de regresión obtenida para el rendimiento en función de todos los factores de pérdida fue:

$$Y = 287,1 + 1,56 (X); r = 0,71^{**} r^2 = 0,50$$

## DISCUSION

La producción de flores y frutos de cacao puede considerarse teóricamente alta. Sin embargo, una elevada proporción de frutos se pierden por diversos factores (52%). En los primeros estados de crecimiento del fruto se pierden por marchitamiento un gran porcentaje (Boyer, 1970; Paulin, 1981)

que en el caso de este trabajo fue de 36%. Las pérdidas por *escoba de bruja* fueron del 10,5% anual. En Brasil las pérdidas más elevadas registradas para *escoba de bruja* en Manaos y Benevides fueron de 11,4 y 14,4%, respectivamente; sin embargo, el 60 y 50% de la cosecha se produce en Manaos y Benevides entre marzo - junio y diciembre- marzo, con pérdidas por escoba de 1,8% y 3,2% (CEPLAC, 1983), respectivamente, mientras que en Colombia la mayor cantidad de frutos cosechados se obtiene en el segundo semestre. En Ouro Preto (Rondonia-Brasil) la cosecha tiene una distribución normal entre enero y octubre y las pérdidas son muy altas (61%) sobre árboles de Catongo x UF-613.

Las diferencias en la importancia de las pérdidas entre regiones se deben, principalmente a las asociaciones entre los períodos de producción de frutos y de producción del inóculo. Al sur del Ecuador climático (1° S - 2° S) las estaciones húmedas y

**Tabla 3. Pérdidas de frutos en diferentes estados de desarrollo en la parcela de polinización natural.**

Frutos perdidos (%)	Edad del fruto (días)				Total
	30	60	90-120	150-180	
Marchitamiento de pepinos	(1) <u>56,4</u> (2) <u>73,8</u>	<u>43,6</u> <u>78,5</u>	<u>0,0</u> <u>0,0</u>	<u>0,0</u> <u>0,0</u>	<u>100,0</u> <u>68,7</u>
Escoba de bruja	<u>48,5</u> <u>12,0</u>	<u>39,4</u> <u>13,4</u>	<u>10,6</u> <u>1,7</u>	<u>1,5</u> <u>12,5</u>	<u>100,0</u> <u>13,0</u>
Pudrición parda	<u>40,2</u> <u>13,8</u>	<u>17,4</u> <u>8,2</u>	<u>34,8</u> <u>80,0</u>	<u>7,6</u> <u>87,5</u>	<u>100,0</u> <u>18,0</u>
Insectos dañinos	<u>50,0</u> <u>0,37</u>	<u>0,0</u> <u>0,0</u>	<u>50,0</u> <u>2,5</u>	<u>0,0</u> <u>0,0</u>	<u>100,0</u> <u>0,39</u>
Por todos los factores	<u>52,4</u> <u>100,0</u>	<u>38,4</u> <u>100,0</u>	<u>7,8</u> <u>100,0</u>	<u>1,6</u> <u>100,0</u>	<u>100,0</u> <u>100,0</u>

(1) Numerador: % de frutos perdidos por edad.

(2) Denominador: % de frutos perdidos por factor-edad.

**Tabla 4. Pérdidas de frutos en diferentes estados de desarrollo en la parcela de polinización artificial.**

Frutos perdidos (%)	Edad del fruto (días)				Total
	30	60	90-120	150-180	
Marchitamiento de pepinos	(1) <u>73,7</u> (2) <u>67,9</u>	<u>26,3</u> <u>75,0</u>	<u>0,0</u> <u>0,0</u>	<u>0,0</u> <u>0,0</u>	<u>100,0</u> <u>60,5</u>
Escoba de bruja	<u>67,7</u> <u>21,9</u>	<u>6,2</u> <u>6,2</u>	<u>19,4</u> <u>43,5</u>	<u>6,6</u> <u>39,5</u>	<u>100,0</u> <u>21,3</u>
Pudrición parda	<u>35,7</u> <u>9,7</u>	<u>22,2</u> <u>18,7</u>	<u>30,1</u> <u>56,5</u>	<u>12,0</u> <u>60,5</u>	<u>100,0</u> <u>17,9</u>
Insectos dañinos	<u>100,0</u> <u>0,50</u>	<u>0,0</u> <u>0,0</u>	<u>0,0</u> <u>0,0</u>	<u>0,0</u> <u>0,0</u>	<u>100,0</u> <u>0,33</u>
Por todos los factores	<u>65,7</u> <u>100,0</u>	<u>21,2</u> <u>100,0</u>	<u>9,5</u> <u>100,0</u>	<u>3,6</u> <u>100,0</u>	<u>100,0</u> <u>100,0</u>

(1) Numerador: % de frutos perdidos por edad.

(2) Denominador: % de frutos perdidos por factor-edad.

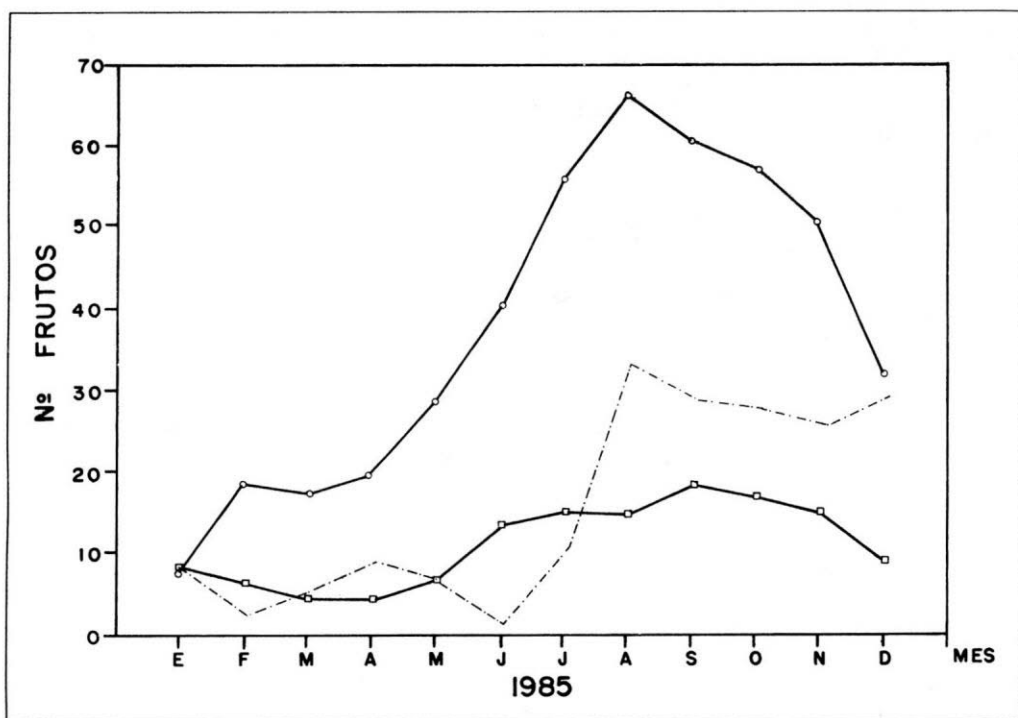


Fig. 2. Número de frutos formados en la parcela de polinización artificial (—○—), en la parcela de polinización natural (—□—) y número de frutos afectados por *Crinipellis perniciosus* en la parcela de polinización artificial (—•—), durante 1985 (Parcela de 27 árboles).

secas no corresponden con las del trópico del hemisferio norte (Mejía, 1987), lo cual puede cambiar la forma del patrón epidemiológico de la enfermedad en algunos aspectos importantes. Este análisis no ignora que se puedan presentar algunas diferencias en cuanto a la susceptibilidad del material y en la agresividad de los patotipos, aunque en este último caso los aislamientos colombianos han resultado ser más agresivos que los brasileños (Wheeler y Mepsted, 1984).

En la parcela con polinización artificial, aunque se elevó la formación total de frutos en un 80%, sólo se recolectó un 21% de frutos más en comparación con la parcela de polinización natural. Las prácticas de polinización artificial combinadas con un buen manejo agronómico y fitosanitario del

cultivo podrían compensar las pérdidas por factores depresivos de la producción.

Los frutos son más susceptibles a las enfermedades en sus primeros dos meses de desarrollo, perdiéndose el 88% del total de frutos afectados por escoba de bruja. Hacia la maduración, las pérdidas se reducen considerablemente (12%). Posiblemente, las explotaciones de tipo empresarial, por su alta productividad, puedan incluir dentro de un programa de manejo integrado de enfermedades la protección química de los frutos, sobre todo cuando la cosecha tiende a concentrarse en una época del año.

Aparentemente la cantidad de frutos perdidos por *escoba de bruja* durante un año no son muy elevados (10%), sobre todo si



Fig. 3. Balance de producción de pérdidas de frutos de cacao formados por polinización natural, durante 1985.

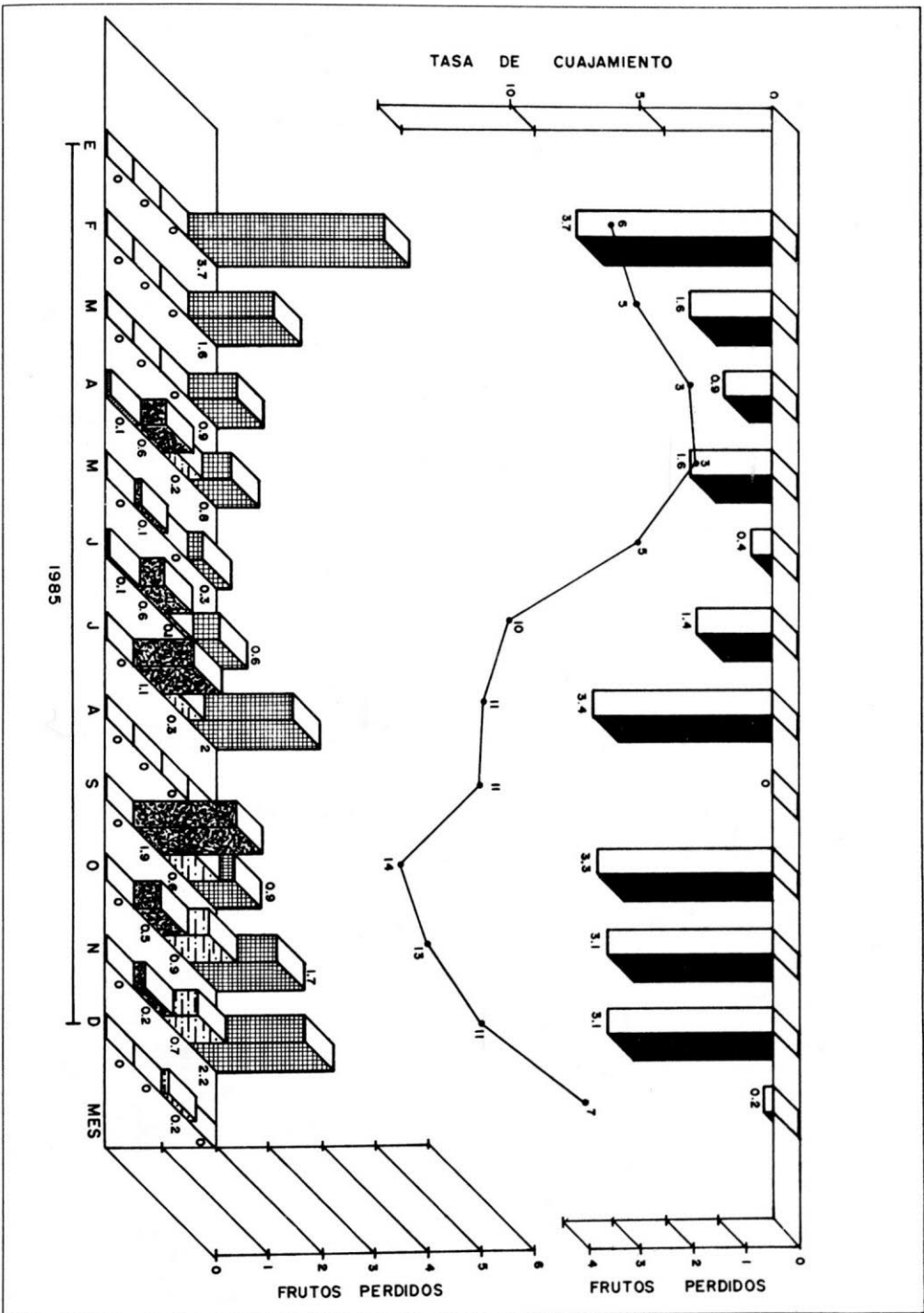
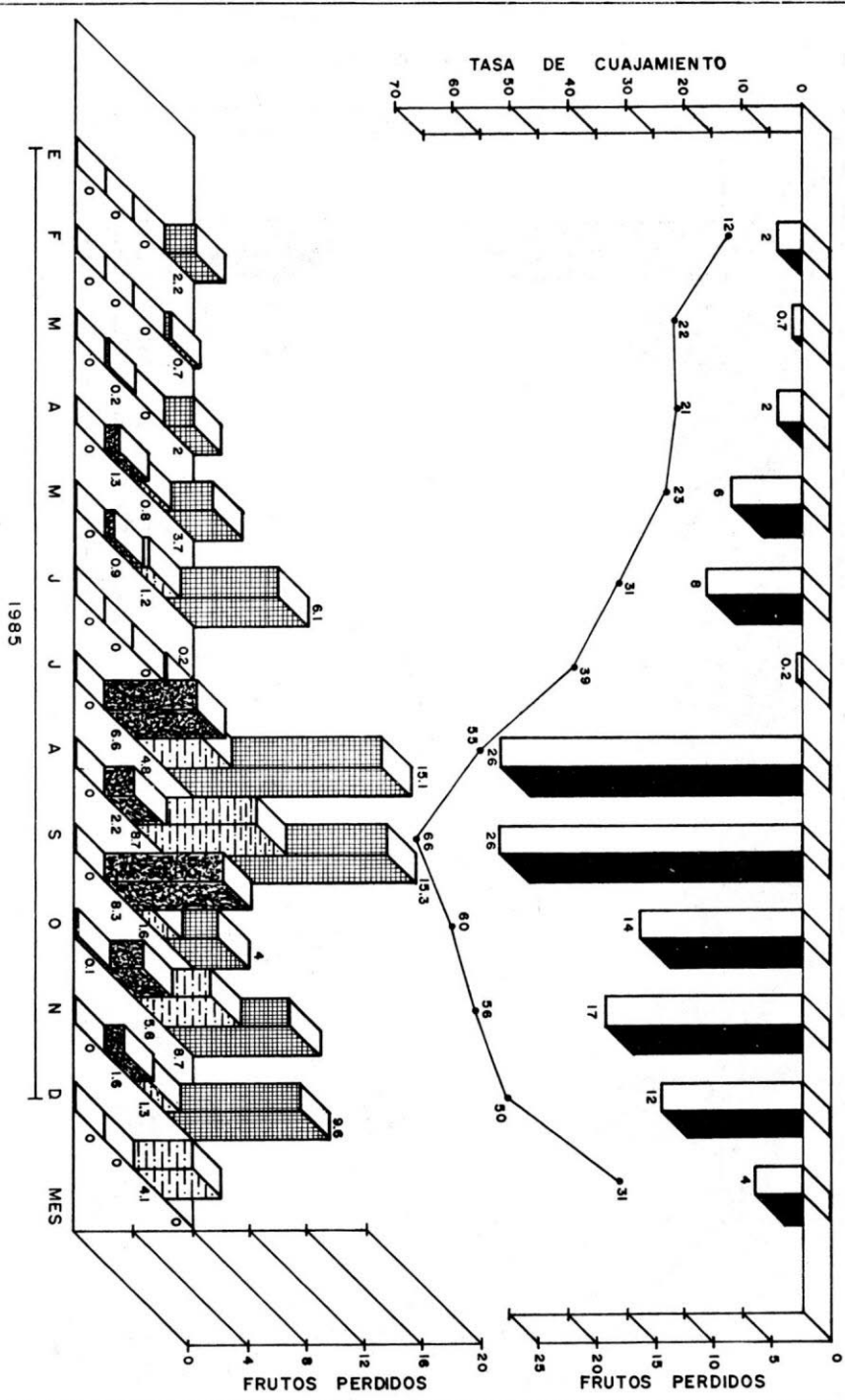


Fig. 4. Balance de producción y pérdidas de frutos de cacao formados por polinización artificial, durante 1985.



se cotejan los resultados con los obtenidos para Rondonia. Como se observó en el trabajo sobre infección (cap. III), gran parte de los cojines de un árbol se inhabilitan para la producción de frutos a causa de las infecciones por *escoba de bruja*, formando escobas de cojín, lo cual tiene una relación directa con la cantidad de frutos producidos. Sobre esta consideración se podría plantear que en una estrategia de control integrado de la enfermedad serían más importantes las prácticas de control encaminadas a la reducción del inóculo, que las aplicaciones químicas para la protección de frutos por el reducido margen de acción (10%). Estas apreciaciones deberán ser tenidas en cuenta, por cuanto muchas veces los resultados de la investigación sobre métodos de control tienden e interpretarse *per se* y no dentro del contexto del sistema total.

La distribución de frutos enfermos según el estrato de árbol no presenta, en general, diferencias importantes, lo cual indicaría una distribución homogénea del inóculo en el espacio tridimensional del cultivo, habiéndose registrado una distribución de frutos proporcional a los 3 niveles del árbol.

## BIBLIOGRAFIA

Boyer, J. 1970. Influence des Régimes Hydriques, Radiatif et Thermique du Climat sur l'activité végétative et la Floraison de Cacaoyers Cultivés au Cameroun. *Café, Cacao, Thé*, 14(3), 189 - 201.

Comissao Executiva de Plano da Lavoura Cacaueira - CEPLAC. 1983. Vassoura-de-bruxa. *Informe de pesquisas. Bahia (Brasil)*. pp. 435 - 450.

Mejía, M. 1987. La Amazonia Colombiana, introducción a su historia natural. *En: Colombia amazónica*. Universidad Nacional de Colombia, Fondo FEN, Colombia. pp. 55 - 126.

Mossu, G. 1980. Comportement de quelques clones en pollinisation manuelle. Fertilité ovulaire et chute précoce des fleurs pollinisées. *Café, Cacao, Thé*, 24 (2), 113-120.

Paulin, D. 1981. Contribution à l'étude de la biologie florale du cacaoyer: bilan de pollinisations artificielles. *Café, Cacao, Thé*, 25 (2). 105 - 112.

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

Wheeler, B.E.J. y Mepsted, R. 1984. Pathogenic races of *Crinipellis pernicios* (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. 164 pp.