

CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA
SUBDIRECCIÓN GENERAL ADJUNTA DE ENSEÑANZA
PROGRAMA DE POSGRADO

Microambiente, cantidad de esporas en el aire e incidencia del hongo *Moniliophthora roreri* (Cif & Par). Evans et al. bajo tres sistemas de manejo de sombra leguminosa en cacao (*Theobroma cacao*).

Tesis sometida a la consideración del Comité técnico Académico del Programa de Posgrado en Ciencias Agrícolas y de Recursos Naturales del Centro agronómico Tropical de investigación y Enseñanza, para optar al grado de

Magister Scientiae.

por

Luis Meléndez Marín

Turrialba, Costa Rica
1993

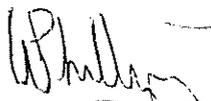
Esta tesis ha sido aceptada en su presente forma, por la Jefatura del area de Postgrado en Ciencias Agrícolas y Recursos Naturales del CATIE y aprobada por el comité Asesor del estudiante como requisito parcial para optar al grado de:

MAGISTER SCIENTIAE

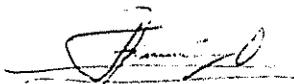
FIRMANTES:



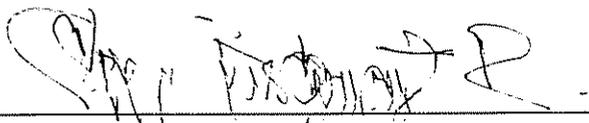
Dr Eduardo Somarriba
Profesor Consejero



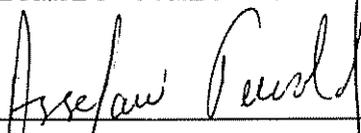
Wilbert Phillips M.Sc.
Miembro Comité Asesor



Francisco Jiménez M.Sc.
Miembro Comité Asesor



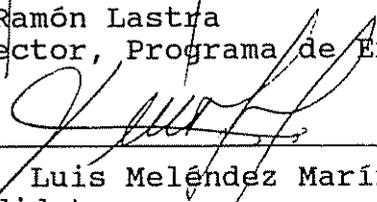
Dr Elkin Bustamante
Miembro Comité Asesor



Dr Assefaw Tewelde
Jefe, Area de Postgrado



Dr Ramón Lastra
Director, Programa de Enseñanza



Ing Luis Meléndez Marín
Candidato

DEDICATORIA

A la memoria de mi padre, Edwin y a mi madre Melida, por su guía, apoyo y enseñanzas.

A mi esposa, Xinia y a mis hijos, Luis y Xinia fuente de inspiración y alegría en mi vida.

A mis familiares y amigos por su comprensión y aliento.

AGRADECIMIENTO

A mi Profesor consejero, Eduardo Somarriba, y a los integrantes del comité asesor, Wilberth Phillips, Francisco Jiménez y Elkin Bustamante por su guía colaboración, respeto y amistad.

Al Dr Arnim Bonnemann, Lider proyecto CATIE-GTZ por el apoyo financiero para la realización de mis estudios de Posgrado.

Al personal del proyecto CATIE-GTZ en general y en particular a Rafael Rivera, Heriberto Hernández, Giovanny Campos, por el apoyo en el campo y en el laboratorio. A la señora Alina de Araya por la ayuda en la recolección de datos de precipitación.

Al Centro Agronómico de Investigación y Enseñanza y al sistema de estudios de posgrado, por darme la oportunidad de realizar mis estudios.

Al proyecto Agroforestal CATIE-GTZ por el apoyo financiero y de materiales para la realización de la investigación

A mis compañeros de promoción, por el apoyo y amistad en las horas de estudio durante los cursos del posgrado.

RESEÑA BIOGRAFICA

El autor nació en 1957 en San José, Costa Rica. Se egresó de la Facultad de Ciencias de la Tierra y Mar de la Universidad Nacional en 1980 como extensionista agrícola.

En el año de 1981 se dedicó al trabajo docente en un Colegio Agrícola en la provincia de Limón, Costa Rica.

Durante 1982 a 1986 se desempeñó como extensionista agrícolas en una cooperativa en el cantón de Talamanca, Limón, Costa Rica.

De 1987 a 1991 trabajó como investigador agroforestal del Proyecto CATIE-GTZ-AF en el canton de Talamanca.

De 1991 ingresó al programa de estudios de posgrado donde obtuvo el grado de Magister Scientiae en 1993.

INDICE DE CONTENIDO

		Página
1	INTRODUCCION.....	1
2	REVISION DE LITERATURA.....	3
	2.1 Efecto de las condiciones ambientales.....	3
	2.2 Sombra para cacao.....	3
	2.3 Sintomatología.....	4
	2.4 Epidemiología.....	4
	2.5 Sobrevivencia del hongo.....	5
	2.6 Medición del nivel de enfermedad.....	5
3	MATERIALES Y METODOS.....	7
	3.1 Características del sitio.....	7
	3.2 Descripción del experimento.....	9
	3.3 Manejo del ensayo.....	11
	3.3.1 Manejo árboles de sombra.....	11
	3.3.2 Manejo agronómico.....	12
	3.4 Metodología de mediciones.....	12
	3.4.1 Conteos de esporas en el aire.....	12
	3.4.2 Incidencia de monilia.....	14
	3.4.3 Mediciones de variables meteorológicas.	14
	3.5 Análisis de datos	14
	3.5.1 Conteos de esporas en el aire.....	14
	3.5.2 Incidencia de monilia.....	15
	3.5.3 Variables meteorológicas.....	15
	3.5.4 Relaciones entre factores.....	16
	3.5.5 Producción de cacao.....	16
4	RESULTADOS.....	17
	4.1 Microclima.....	17
	4.1.1 Precipitación.....	17
	4.1.2 Temperatura del aire.....	17
	4.1.3 Humedad relativa del aire.....	17
	4.2 Producción de cacao	22
	4.3 Cantidad de esporas de monilia bajo diferentes tipos de sombra.....	22
	4.3.1 Evaluaciones quincenales.....	22
	4.3.2 Evaluaciones diarias.....	26
	4.4 Incidencia de monilia.....	29
	4.4.1 Incidencia de monilia según las fechas de evaluación.....	29
	4.4.2. Incidencia de monilia por sombra y cruce interclonal	32
	4.4.3. Incidencia de monilia según cruces interclonales y especie de sombra a través del tiempo.....	32

4.5	Relación entre la lluvia y el muestreo muestreo quincenal de esporas de monilia...	35
4.6	Relación entre la temperatura y el número de esporas en el período diurno bajo las diferentes especies de sombra	35
4.7	Relación entre humedad relativa y presencia de esporas en el día bajo diferentes especies de sombra.....	38
4.8	Relación entre número de esporas quincenales y la incidencia de monilia.....	38
5.	DISCUSION.....	41
5.1	Efecto del manejo de los doseles en el ambiente del cacaotal.....	41
5.2	Número de esporas de "monilia"	44
5.3	Incidencia de monilia	46
6	CONCLUSIONES	50
7	RECOMENDACIONES.....	51
8.	BIBLIOGRAFIA.....	52
ANEXO DE FIGURAS.....		56
ANEXO DE CUADROS.....		62
APENDICE 1 REVISION LITERATURA.....		79

Meléndez, L. Microambiente, cantidad de esporas en el aire e incidencia *Moniliophthora roreri* Cif & Par. Evans et al. bajo tres sistemas de manejo de sombra leguminosa en cacao (*Theobroma cacao*).

RESUMEN

Se realizó un estudio sobre microambiente, poblaciones de esporas, e incidencia de "monilia", conducido entre diciembre de 1992 y Mayo de 1993 en la comunidad de Margarita, Limón, Costa Rica.

El estudio comprendió 3 sistemas agroforestales: cacao (*Theobroma cacao*) asociado con diferentes sombras leguminosas: poró (*Erythrina poeppigiana*); madero (*Gliricidia sepium*) y guaba (*Inga edulis*) cada sistema incluye seis cruces interclonales de cacao: "UF 676 x IMC67", "POUND7 x UF668", "UF613 x IMC67", "UF613 x POUND12", "UF29 x UF613", "CATONGO x POUND12". El experimento tiene un diseño de bloques completos al azar con tres repeticiones y un arreglo de parcela dividida, donde los cruces interclonales constituyen la parcela pequeña y las especies de sombras la parcela grande.

Para las mediciones del microclima se instaló un higrotermógrafo bajo cada tipo de sombra. Con los datos obtenidos se calcularon promedios diarios de temperatura y humedad relativa a través del tiempo, en cada una de las sombras; así como también la cantidad de lluvia al lado de la plantación.

Para los conteos de esporas en el aire se utilizaron trampas de cilindro fijo. Se realizaron dos tipos de muestreos: a nivel diario, cada mes, y a nivel semanal, cada 15 días.

Para la determinación de la incidencia de monilia, se contaron quincenalmente las mazorcas sanas, con monilia, con fitóftora, y con otros daños. Se midió además, el peso del cacao fresco producido por cada árbol. La incidencia se calculo como el porcentaje de frutos con "monilia" respecto del total.

La temperatura estuvo autocorrelacionada y no se pudo asignar un nivel de probabilidad a las diferencias. En la humedad relativa no se encontraron diferencias entre sombras.

Bajo las condiciones en que se desarrollo éste experimento la liberación de las esporas se realizó a los 29°C y una humedad entre el 71-74 %.

Existen diferencias altamente significativas en los conteos de esporas en el aire bajo las diferentes especies de sombra y, también a través de los meses. Poró fue la sombra en que más esporas se capturaron, guaba y madero no fueron diferentes entre ellos.

No se encontraron diferencias en la incidencia de monilia entre tipos de sombras ni entre los cruces interclonales.

No existe una relación directa entre los factores meteorológicos y cantidades de esporas en los diferentes tipos de sombra.

Existió una gran variación en la relación entre el número de esporas de monilia y la incidencia. En la sombra de poró existió correlación entre la cantidad de esporas y la incidencia de monilia 15 días después, mientras que para madero fue de 45 días. Probablemente debido a que los procesos de diseminación e infección se realizan en períodos muy cortos; además el nivel de incidencia de la monilia es determinado por varios factores que actúan en forma conjunta, razón por la cual los efectos simples pocas veces se relacionan.

Melendez, L. Microenvironment, spore number and pod rot incidence (*Moniliophthora roreri*) (Cif & Par.) Evans et al. in cocoa (*Theobroma cacao*) shaded by three different leguminous tree species.

SUMMARY

The temperature, relative humidity, number of "monilia" spores and incidence in cocoa plantations shaded by three management shade systems were studied in the humid caribbean lowlands of Costa Rica, between December 1992 to May 1993.

The agroforestry systems studied were poró (*Erythrina poeppigiana*), madero negro (*Gliricidia sepium*) and guaba (*Inga edulis*) underplanted with a randomly distributed mixture of the following six interclonal cocoa crosses: "UF 676 x IMC67", "POUND7 x UF668", "UF613 x IMC67", "UF613 x POUND12", "UF29 x UF613", "CATONGO x POUND12". The experiment was analysed as split plots in three complete randomised blocks; the main plot treatments being the shade species, and the split-plot treatments being the cocoa trees. The leguminous trees were planted at 6 x 6 m and cocoa at 3 x 3 m.

No significant differences were found among shade species in terms of air temperature, relative humidity and the incidence of "monilia" pod rot.

There were significantly more spores under poro shade and temporal differences were found with the number of spores of monilia.

When experiment was established, it was thought that the micro-climate would affect the number of monilia spores, which in true would affect the incidence of monilia pod rot. Nevertheless, this sequence was not observed, probably because the incidence of pod rot is a result of several factors that work together rather than of a simple cause-effect relationship.

INDICE DE CUADROS

<u>En el texto</u>	Página
Cuadro 1 Incidencia de monilia (%) en cacao a lo largo de las fechas de evaluación y bajo diferentes cruces interclonales.....	31

INDICE DE ANEXOS

Cuadro 1A Características físicas y químicas del suelo del sitio experimental en cada uno de los bloques.....	60
Cuadro 2A Prueba de autocorrelación en series de tiempo para la humedad relativa y temperatura.....	61
Cuadro 3A Análisis de correlación y pruebas t student para la humedad relativa bajo diferentes sombras leguminosas.....	63
Cuadro 4A Análisis de varianza para las variables log(esporas) quincenales bajo diferentes sombras leguminosas y períodos.....	64
Cuadro 5A Análisis de varianza de la variable log(esporas) para sombras, bloques y diferentes horas de muestro.....	65
Cuadro 6A Análisis de varianza para la incidencia de "monilia" bajo tres sombras leguminosas, cruces interclonales y tiempo.....	67
Cuadro 7A Incidencia de monilia en diferentes cruces interclonales de cacao bajo diferentes sombras leguminosas a través del tiempo.....	68
Cuadro 8A Precipitación mensual durante el período de evaluación de "monilia".....	70
Cuadro 9A Análisis de correlación entre las esporas de "monilia" y la precipitación de una semana dos meses atrás en las diferentes sombras y total.....	71

Cuadro 10A	Niveles de resistencia a enfermedades de clones de cacao utilizados en ensayos de sombra leguminosa en Talamanca.....	72
Cuadro 11A	Análisis de correlación entre las esporas de monilia y la incidencia de 15, 30, 45, y 60 días después en las diferentes sombras y total.....	73
Cuadro 12A	Análisis de correlación entre lluvia de una y dos semanas dos meses atrás y la incidencia quincenal de monilia.....	75

INDICE DE FIGURAS

		Página
Fig 1	Promedios esperados y observados de temperatura (a), humedad relativa (b) y lluvia (c) de Margarita, 1993.....	8
Fig 2	Esquema de una parcela de sombra leguminosa-cacao.....	10
Fig 3	Temperaturas promedio bajo sombras de poro (<i>Erythrina poeppigiana</i>), madero (<i>Gliricidia sepium</i>) y guaba (<i>Inga edulis</i>) asociadas con cacao para el período de diciembre 1992 a mayo de 1993.....	18
Fig 4	Temperaturas horarias promedio bajo sombras de poro (<i>Erythrina poeppigiana</i>), madero (<i>Gliricidia sepium</i>) y guaba (<i>Inga edulis</i>) asociadas con cacao. 1993.....	19
Fig 5	Humedades relativas promedios bajo sombras de poro (<i>Erythrina poeppigiana</i>), madero (<i>Gliricidia sepium</i>) y guaba (<i>Inga edulis</i>) asociadas con cacao. 1993.....	20
Fig 6	Humedades relativas horarias promedio bajo sombras de poro (<i>Erythrina poeppigiana</i>), madero (<i>Gliricidia sepium</i>) y guaba (<i>Inga edulis</i>) asociadas con cacao. 1993.....	21
Fig 7	Producción de cacao de diferentes cruces interclonales. Talamanca, Costa Rica. 1993.....	23
Fig 8	Producción de cacao bajo sombra de poró (<i>Erythrina poeppigiana</i>), madero (<i>Gliricidia sepium</i>) y guaba (<i>Inga edulis</i>) asociadas con cacao. en grano para el período diciembre de 1992 a mayo de 1993.....	24
Fig 9	Variación en el número de esporas de monilia en el aire para el período de diciembre, 1992 a mayo, 1993. Talamanca, Costa Rica.....	25
Fig 10	Número de esporas de monilia bajo sombras de poro (<i>Erythrina poeppigiana</i>), madero (<i>Gliricidia sepium</i>) y guaba (<i>Inga edulis</i>) asociadas con cacao. de diciembre, 1992 a mayo, 1993.....	27

Fig 11	Número promedio de esporas de monilia bajo sombras de poro (<i>Erythrina poepiggiana</i>), madero (<i>Gliricidia sepium</i>) y guaba (<i>Inga edulis</i>) asociadas con cacao, durante diferentes horas del período diurno.....	28
Fig 12	Incidencia promedio de monilia para el período diciembre, 1992 a mayo, 1993 bajo sombras de poro (<i>Erythrina poepiggiana</i>), madero (<i>Gliricidia sepium</i>) y guaba (<i>Inga edulis</i>) asociadas con cacao., durante diferentes horas del período diurno.....	30
Fig 13	Incidencia promedio de monilia en diferentes cruces interclonales de cacao. Talamanca, Costa Rica.....	33
Fig 14	Incidencia de monilia de cruces interclonales de cacao bajo sombras de poro (<i>Erythrina poepiggiana</i>), madero (<i>Gliricidia sepium</i>) y guaba (<i>Inga edulis</i>) asociadas con cacao.....	34
Fig 15	Precipitación quincenal y número de esporas de monilia para el período de diciembre, 1992 a mayo de 1993. Talamanca, Costa Rica.....	36
Fig 16	Promedios de temperatura ambiente y número de esporas de monilia bajo sombras de poro (<i>Erythrina poepiggiana</i>), madero (<i>Gliricidia sepium</i>) y guaba (<i>Inga edulis</i>) asociadas con cacao.....	37
Fig 17	Promedios de humedad relativa y número de esporas de monilia bajo sombras de poro (<i>Erythrina poepiggiana</i>), madero (<i>Gliricidia sepium</i>) y guaba (<i>Inga edulis</i>) asociadas con cacao.....	40

En el anexo

Fig 1A	Número promedio de esporas de monilia a diferentes alturas. Talamanca, Costa Rica.....	57
Fig 2A	Producción de cacao de diferentes cruces interclonales para el período de diciembre, 1992 a mayo de 1993.....	58
Fig 3A	Distribución de Frecuencia de días de lluvia (mm) según las clases n= 179.	

Fig 4A	Cantidad de lluvia diaria durante el período de la investigación de diciembre de 1992 a mayo de.....	59
Fig 5A	Temperatura promedio a través del día para dos escenarios típicos, seco y lluvioso bajo diferentes clases de sombras leguminosas.....	60
Fig 6A	Humedad relativa promedio a través del día para dos escenarios típicos, seco y lluvioso bajo diferentes clases de sombras leguminosas.....	61

1. INTRODUCCION:

Las enfermedades fungosas en cacao (*Theobroma cacao*, L.), son la fuente más importante de pérdida en éste cultivo. El hongo *Moniliophthora roreri* (Cif & Par.) Evans et al. ("monilia") es responsable de pérdidas de hasta el 90 % de los frutos en algunos países de América Tropical donde está presente (Galindo, 1984; Enríquez, 1987; Aranzazu, 1982). Desde 1978, año en que apareció la enfermedad en Costa Rica, se han realizado muchas investigaciones con el objetivo de combatir la enfermedad (Campos, 1988). Los estudios demuestran que el combate químico es una alternativa poco viable debido al elevado costo. El combate por resistencia genética está aún en desarrollo, mientras que el combate cultural ha sido uno de los más recomendados mecanismos para el combate de la enfermedad. El consenso general es que el manejo de la enfermedad debe ser una combinación de varias estrategias de combate, poniendo énfasis en aquellas basadas en prácticas culturales.

Dentro del combate cultural se han evaluado diferentes estrategias. Algunas están relacionados con la disminución de las fuentes de inóculo del patógeno, otras se relacionan con el manejo del ambiente de la plantación. La regulación de la sombra es una de las recomendaciones más importantes dentro de las estrategias de manejo del ambiente para el control de monilia y muchos otros patógenos. Sin embargo, aún no se ha cuantificado la forma en que este factor afecta al microclima, el cual a su vez, afecta el proceso de dispersión e infestación de la monilia (Phillips, 1991).

El crecimiento, el tipo de sombra producida y el manejo de los doseles de los árboles de sombra influye en el microambiente del cacaotal y probablemente en el desarrollo e incidencia de las enfermedades. Es importante conocer

esta dinámica para proponer recomendaciones específicas de combate de monilia a través del manejo adecuado de la sombra en los sistemas agroforestales con cacao.

El objetivo principal de ésta investigación fue determinar si bajo diferentes sombras leguminosas manejadas ocurrían cambios en el microclima, el cual a su vez, afectaba la cantidad de esporas de monilia en el aire, asimismo, observar cuanto de las esporas se convierte en mazorcas enfermas por monilia con respecto del total producido (incidencia). Por tanto se plantearon los siguientes objetivos específicos de investigación.

1. Evaluar las diferencias de humedad relativa y temperatura entre las sombras estudiadas.

2. Evaluar la variación diurna en la cantidad de esporas de monilia en el aire en los diferentes tipos de sombra.

3. Evaluar la interacción entre el tipo de sombra, la temperatura y humedad relativa del aire y la cantidad de esporas a través del período diurno.

4. Evaluar las diferencias en la cantidad de esporas de monilia en el aire entre las diferentes sombras.

5. Evaluar la relación entre el tipo de sombra, la cantidad de esporas de monilia en el aire y la incidencia de la enfermedad.

6. Evaluar la incidencia de monilia entre las sombras y cruces interclonales a lo largo de la investigación.

La investigación se llevó a cabo en Baja Talamanca, Limón, Costa Rica, por período de seis meses, (diciembre 1992 a mayo de 1993). Las especies utilizadas como sombra fueron: *Gliricidia sepium* (Jacq.) Steud. (madero), *Inga edulis* Mart. (guaba) y *Erythrina poeppigiana* (Walpers) O. F. Cook (poró). Se utilizaron seis cruces interclonales de cacao.

2. REVISION DE LITERATURA.

2.1 Efecto de las condiciones ambientales

En lugares con lluvias frecuentes e intensas, la incidencia de monilia es mayor (infección de hasta el 80%) que en sitios secos. Se considera que la incidencia de monilia esta directamente relacionada con la precipitación (Evans 1981; Aranzazu, 1982). Bajo condiciones de laboratorio, la germinación de los conidios de M. roreri y la penetración de los tubos germinativos en los frutos ocurren en forma óptima a temperaturas de 20° C y un 100% de humedad relativa durante ocho a nueve horas (Campuzano, 1981). La liberación y diseminación del hongo se realiza a temperaturas relativamente altas (30-34°C) y a una humedad relativa baja (45%) (Campos, 1988).

Uno de los efectos de la sombra es que reduce la temperatura dentro del cacaotal (Moreno, 1978). En condiciones de laboratorio se ha estudiado que la germinación de esporas de monilia se puede llevar a cabo desde los 20°C hasta los 36°C (Jaramillo, 1983), en condiciones de campo, Aranzazu (1982) encontró que monilia puede atacar en sitios con temperaturas medias de 22-28°C.

2.2 Sombra para cacao.

No existe mucha literatura que relacione el tipo de sombra con la monilia del cacao. En estudios realizados con otros hongos, se ha observado que el sombreamiento tiene una influencia importante para el combate de las enfermedades. En *Phytophthora palmivora*, una reducción en la cantidad de sombra redujo en un 40 % la incidencia de la enfermedad (Dakwa 1974). En monilia, se ha encontrado que variaciones en el tipo de sombra en fincas cacaoteras de un mismo sitio, no afectan los patrones de desarrollo de la enfermedad (Rocha 1972).

2.3. Sintomatología

El fruto es la única parte atacada por el hongo. Los síntomas varían dependiendo de la edad de la mazorca y de las condiciones ambientales (Lenmann, 1983). La severidad de la infección de los frutos es inversamente proporcional a la edad (Aranzazu, 1982). En mazorcas de menos de tres meses se observan puntos aceitosos, deformaciones o gibas, manchas color café, estroma y esporulación; en éste caso el fruto se deteriora y muere. En frutos de más de tres meses los síntomas son iguales solo que no aparecen gibas (Enríquez, 1987). Cuando la infección sucede en frutos con semillas ya formadas, la lesión no se extiende, pero generalmente ocurren los mismos síntomas (Campos, 1988).

En infecciones tardías, se presenta una clorosis irregular, que da la apariencia de una madurez parcial y prematura. Algunas veces, los frutos tienen apariencia sana hasta llegar a la madurez, y sólo se diferencian por el peso, ya que los enfermos son más pesados. Internamente los frutos enfermos forman una masa compacta entre las semillas y la cáscara, llenos de una sustancia acuosa y viscosa en proceso de descomposición, y las semillas no sirven para el beneficiado (Brenes, 1983).

2.4 Epidemiología

La monilia no se presenta como una enfermedad de tipo explosivo, sino que su aumento se da en forma progresiva. Por lo tanto, en plantaciones jóvenes y vigorosas, la aparición de la enfermedad es lenta al inicio y no causa muchas pérdidas. La mayor capacidad para la liberación de conidios se da en el primer mes después de formado el estroma. Los conidios en el aire pueden localizarse a diferentes alturas, pero las mayores poblaciones se han encontrado a 2 m de altura, en las horas de mayores temperaturas del día (09-15 horas) (Campos, 1988).

El hongo permanece en los frutos infectados durante todo el año. Las esporas son producidas sobre las mazorcas en cantidades que se estiman de hasta 57,2 millones/cm². El micelio es capaz de producir cerca de 44 millones de conidios por cm² a los 16 días después de la aparición del estroma (Campuzano, 1981). El color de los conidios varía de blanco a crema dependiendo de su edad, las formas son redondeadas, ovaladas y hasta alargadas. Cuando el conidio está bien maduro presenta una doble pared celular (Evans, 1978).

Utilizando aparatos succionadores se ha capturado hasta 295 conidios/m³ de aire por períodos de 24 horas, encontrándose que, en días soleados y secos existe mayor liberación de conidios que en días lluviosos. Se ha reportado además que, en domingos y días feriados se capturan menos esporas que dentro de la semana (Porrás 1982; Campos 1988), debido a que los trabajadores al golpear las mazorcas con monilia dispersan muchas esporas, lo cual no sucede en los días en que no trabajan.

2.5 Sobrevivencia del hongo.

La monilia sobrevive entre los períodos de cosecha por medio de los conidios producidos en los frutos infectados dejados en los árboles. Estos conidios se mantienen viables hasta por nueve meses y se consideran la principal fuente de inóculo. La fase sexual del hongo no se conoce (Campuzano, 1976). Las mazorcas infectadas dejadas en el suelo son capaces de producir inóculo que causa infecciones (Campos, 1988).

2.6 Medición del nivel de la enfermedad.

Existen diversas formas de realizar evaluaciones de microorganismos en el aire. Una de ellas es la trampa de cilindro fijo, la cual brinda informaciones confiables que se relacionan bien con el nivel de enfermedad en el campo (Jenkyn, 1974). En la finca "la Lola" (Limón, Costa Rica)

se utilizó la trampa de cilindro fijo para captura de conidios de monilia en cacao, obteniéndose resultados satisfactorios (Campos, 1988).

Otros aspectos relacionados con las especies de sombra, características del hongo monilia, otras trampas de esporas y características de las sombras utilizadas, son revisados en el apendice 1.

3. MATERIALES Y METODOS

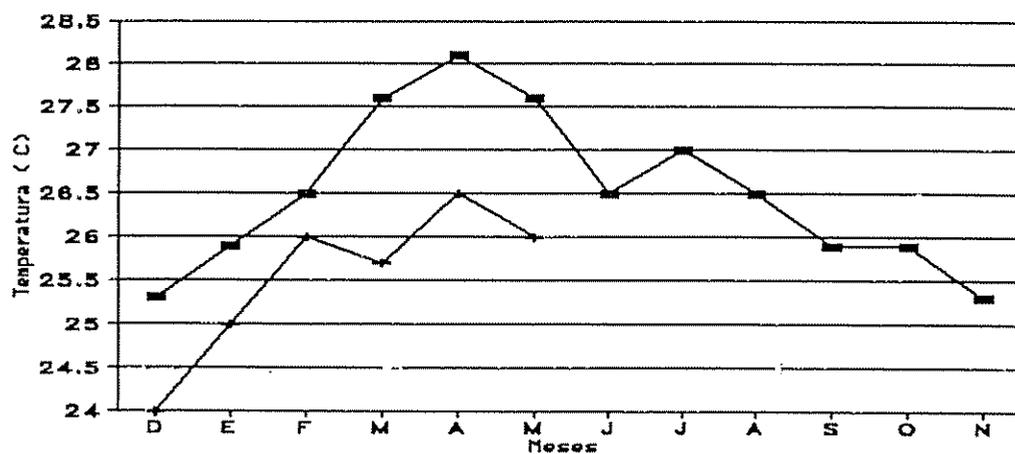
3.1 Características del sitio.

La investigación se llevó a cabo en Costa Rica, Limón, Talamanca, en la comunidad de Margarita, finca del señor Onias Rodríguez. Margarita se encuentra a 12 msnm, con una temperatura media anual de 26.5°C, una precipitación media anual de 2319 mm, y una humedad relativa media anual de 84%. No existe un período seco definido, ya que todos los meses presentan en promedio una precipitación mensual mayor de 150 mm. Solamente en febrero, setiembre y octubre ocurre una disminución de la lluvia (Hancock & Hargreaves, 1977). La lluvia, temperatura y humedad relativa esperadas y medidas en el transcurso de la investigación se presentan en la Figura 1.

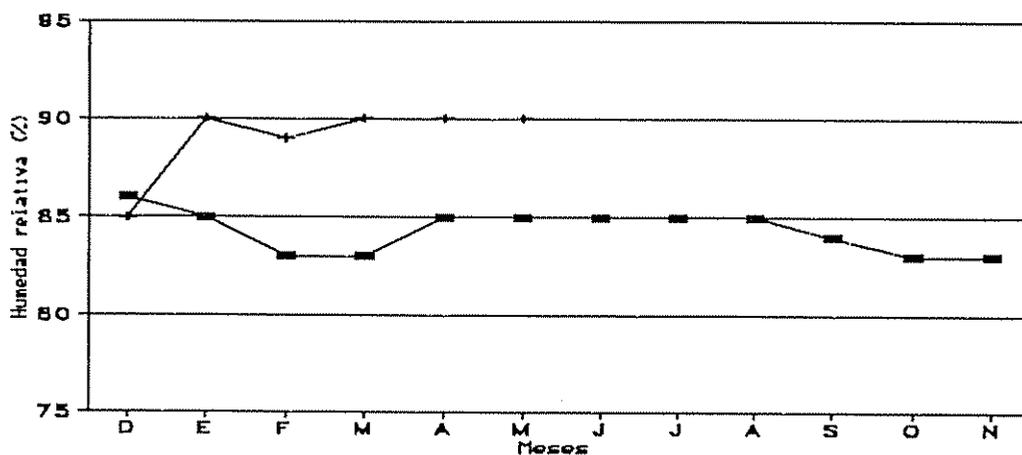
Las parcelas en el campo fueron distribuidas con base en el drenaje, utilizando la presencia de oxidaciones en el suelo como criterio para la selección de las áreas más homogéneas dentro del sitio experimental. El suelo del sitio experimental fue clasificado (Wilberth Campos, informes no publicados Proyecto Agroforestal CATIE-GTZ) como un Endisol, probablemente un fluvent, formado principalmente en sedimentos recientes de planicies aluviales; posee un drenaje natural imperfecto.

Las características físicas y químicas del sitio experimental se determinaron (1991), mediante un muestreo compuesto en cada uno de los bloques, realizado de 0 a 20 cm de profundidad. La textura es franco areno-limoso (40% arena, 23% limo, 35% arcilla) en todo el único horizonte que presenta. el análisis detectó que el pH era ligeramente ácido, la materia orgánica tiene un nivel medio, los contenidos de fósforo y zinc eran ligeramente bajos, y el resto de los minerales se encuentran en cantidades aceptables, los detalles del análisis se encuentran en el Cuadro 1A.

a)



b)



c)

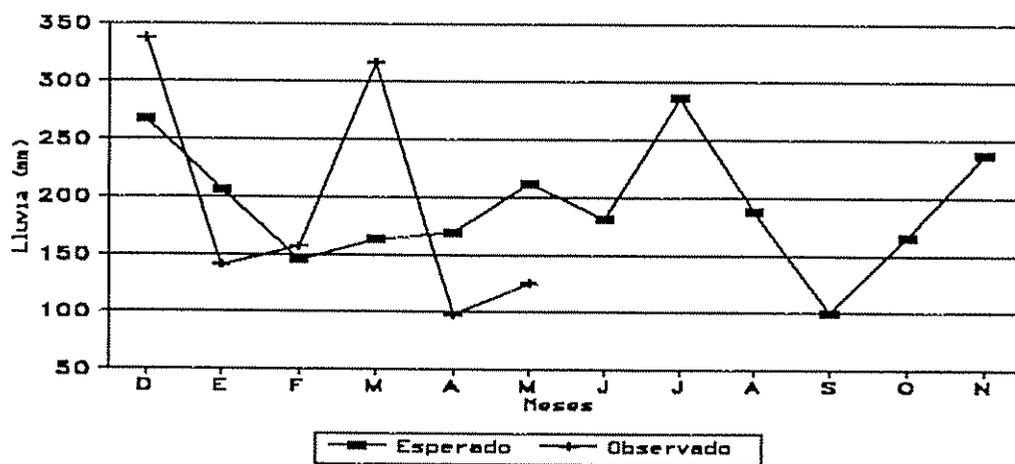


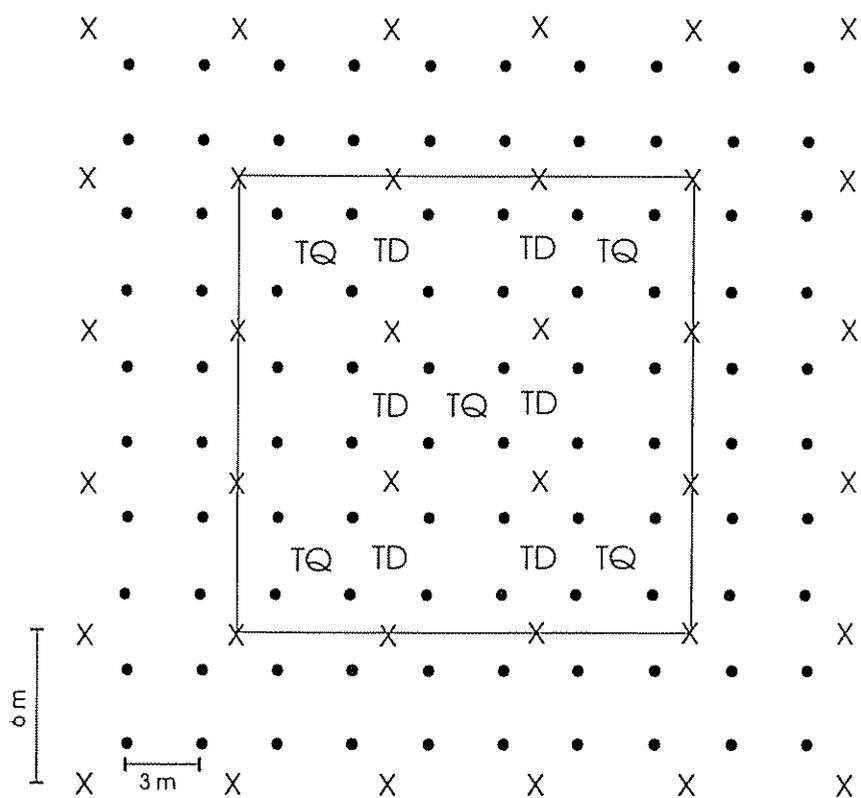
Figura 1 Promedios esperados y observados de temperatura (a), humedad relativa (b) y lluvia (c) de Margarita, 1993.

3.2. Descripción del experimento.

El experimento original fue establecido en 1988 con el objetivo de evaluar el efecto de diferentes especies de sombra leguminosa sobre la producción de seis cruces interclonales de cacao. Se utilizó un diseño de bloques al azar con tres repeticiones y un arreglo de parcelas divididas, donde la parcela grande la constituyen las especies de sombras y la parcela pequeña los cruces interclonales.

Cada parcela consta de 36 árboles de sombra y 100 de cacao. La parcela útil la componen los 16 árboles de sombra y los 36 de cacao centrales en cada parcela; los cacaoteros se distribuyeron al azar (Figura 2). Los árboles de sombra se sembraron con un espaciamiento de 6 x 6 m y el cacao a 3 x 3 m. Las tres especies de sombra utilizadas fueron: *Gliricidia sepium* (Jacq.) Steud. (madero), *Erythrina poeppigiana* (Walpers) O. F. Cook (poró) e *Inga edulis* Mart. (guaba). Madero y poró fueron producidas de semilla sexual proveniente del Banco Latinoamericano de Semilla Forestal del CATIE, mientras que la guaba fue producida de semilla sexual de procedencia local. Las tres especies de sombra se sembraron en bolsas de poliuretano negro (15 x 25 cm) y mantenidas en viveros por espacio de tres meses antes de su plantación en el campo en setiembre de 1988.

Las semillas de los cruces de cacao provienen del Banco de Germoplasma del CATIE. Se utilizaron los siguientes cruces interclonales: "UF 676 x IMC67", "POUND7 x UF668", "UF613 x IMC67", "UF613 x POUND12", "UF29 x UF613", "CATONGO x POUND12", los cuales se sembraron en bolsas de 15 x 25 cm y fueron mantenidos en vivero por espacio de cinco meses antes de su plantación en el campo en octubre de 1988. Los criterios de selección de los cruces se realizó con base en las características productivas de los cruces.



- X = árbol de sombra
- = árbol de cacao
- = árboles útiles
- TQ = trampa quincenal
- TD = trampa diaria

Figura 2 Esquema de una parcela de sombra leguminosa-cacao.

3.3 Manejo del ensayo.

3.3.1 Manejo de los árboles de sombra.

En 1990, cuando los árboles de sombra habían alcanzado una altura entre 10 a 12 m fueron sometidos a podas de formación. En todas las especies se dejó un solo fuste, las podas dependían del tipo de crecimiento de cada una de las especies. En madero se eliminaron los tallos múltiples y ramas bajas dejando libre el crecimiento vertical; en guaba se eliminaron las bifurcaciones del tallo principal, se cortaron ramas a baja altura y se eliminaron ramas que se cruzaban de diferentes árboles y no se limitó el crecimiento vertical; en poró los fustes se cortaron a 7,5 m de altura y se cortaron ramas a baja altura. Posteriormente, se podó según la cantidad de follaje de cada especie, en una fecha fija; generalmente, se concentraron en las época de mayor precipitación y dejando el follaje en la época relativamente seca.

En el período de la investigación, la poda de los árboles de sombra se realizó de la siguiente manera:

1) Poda general en todos los tratamientos en diciembre 1992. En poró se cortaron todas las ramas y se dejaron varios muñones secundarios (1 m largo). De los rebrotes de éstos muñones se cortaron todas las ramas con crecimiento vertical y se seleccionaron 4-5 ramas con crecimiento horizontal en varias direcciones. En guaba se cortaron ramas excesivamente largas, se dejaron ramas jóvenes a baja altura. En madero se cortaron las ramas bajas que caían sobre el cacao.

2) Poda del poró en marzo 1993. Se realizó de igual manera que la poda de diciembre; el resto de los árboles de sombra no requirieron de poda.

3.3.2 Manejo agronómico.

En el período estudiado se realizaron dos podas al cacao. En la primera se eliminaron todas las ramas altas del árbol, en la segunda en mayo, se eliminaron las ramas bajas cercanas al suelo y las ramas que se cruzaban entre cacaoteros.

Para el control de malezas se realizaron dos chapeas en el transcurso de la investigación (febrero, abril de 1993).

La fertilización, se realizó con la fórmula comercial 15-15-15, se aplicaron 415 g por planta, dos veces por año (enero y junio). Después de la poda al cacao se realizó una aplicación de fertilizante foliar (green leaf) a razón de 600 cc/ha.

El deschupone se realizó mensualmente, mientras que la eliminación de mazorcas enfermas y cosecha de cacao, se realizó cada 15 días.

3.4 Metodología mediciones.

3.4.1 Conteos de esporas en el aire.

Se utilizaron trampas de cilindro fijo (Jenkins, 1974), con materiales modificados para adecuarlos a las condiciones locales y reducir costos. La trampa consta de un tubo de plástico de 41,5 cm largo x 1 cm ancho. A los 20 cm del tubo se coloca una cinta adhesiva con la parte adherente hacia el exterior, de esta forma, se capturan los conidios en cualquier dirección, además, se coloca un protector contra la lluvia. A esta trampa se agrega un soporte para dar la altura definitiva deseada.

Se realizaron dos tipos de conteos de esporas de monilia en el aire, en cada uno de los tratamientos de sombra establecidos:

1. En el primer muestreo se determinó la dinámica horaria de las esporas entre las 5-17 horas. En un solo bloque se colocaron 18 trampas, seis en cada sombra. Cada trampa se colocó en medio de cuatro árboles de cacao en la

parte central de la parcela (Figura 2). Las cintas se colocaron a las cinco horas y se retiraron a las ocho, inmediatamente se colocaban otras cintas y se retiraban a las 11 horas, este proceso se repitió hasta las 17 horas con intervalos de tres horas. Estas mediciones se realizaron cada 30 días, lo que totalizó seis mediciones.

2. En el segundo tipo de muestreo, se determinó la dinámica de las esporas en cada sombra a través de los meses (diciembre, 1992 hasta mayo de 1993). Se midió cada 15-días la cantidad de esporas presentes en el aire durante períodos de ocho días en el campo, lo que totalizó 12 mediciones.

Por época de medición bisemanal, se colocaron 45 trampas por ensayo, cinco por parcela, situadas en lugares fijos con una trampa en cada esquina de la parcela útil, en el centro de cuatro árboles de cacao y una quinta trampa en el centro de la parcela (Figura 2).

La altura a la cual fueron colocadas las trampas se determinó mediante un muestreo exploratorio realizado en el mes de noviembre de 1992. Para este estudio, se establecieron 15 trampas a diferentes alturas (1; 1,5; 2; 2,5; 3 m), colocadas en los bloques dos y tres y distribuidas al azar, las cuales permanecieron tres días en el campo. La mayor cantidad de esporas de monilia se registró a 1 m de altura (Figura 1A), la cual fue la altura utilizada para las mediciones del experimento.

Para el conteo de las esporas se siguió la metodología recomendada por Campos (1988), que consiste en colocar la parte adhesiva de la cinta hacia abajo sobre un porta-objetos, y teñir con dos gotas de una solución de Lactofenol Anilina al 0,1%, y contar las esporas en el microscopio con un aumento en el objetivo de 20X y un ocular de 12X. El conteo se realizó pasando la superficie del cubre-objetos por el campo óptico mediante desplazamiento horizontal del carro, desde el borde inicial del cubre-objetos, hasta su

borde final en tres posiciones: superior, central e inferior, obteniéndose una sumatoria de los tres valores.

3.4.2 Incidencia de monilia

Quincenalmente se contaron las mazorcas producidas por cada cacaotero útil (sanas, con pudrición por monilia, con *Phytophthora palmivora* y con otros daños). Se midió, además, el peso fresco del cacao producido por cada árbol. La incidencia de monilia se calculó como el porcentaje de frutos enfermos respecto del total cosechado. En los resultados del experimento se incluyó un análisis de la producción comercial de cacao. Monilia solo ataca frutos y como la producción se concentra en ciertos períodos, ésta variable es indicadora de la cantidad de tejido susceptible de ser infectado (cuando se analiza la incidencia) y es también un indicador de potenciales fuentes de inóculo (cuando se analizan las esporas).

3.4.3 Mediciones de variables meteorológicas

Se midieron la precipitación diaria, la humedad relativa y temperatura cada dos horas (a nivel de cada sombra), utilizando un higrotermógrafo (WILH LAMBRECHT), colocado a 1,5 m de altura, entre el cacaotero y el árbol de sombra en un solo bloque.

3.5 Análisis de datos.

3.5.1 Conteos de esporas en el aire.

Todos los datos de conteos de esporas fueron transformados al logaritmo base 10 + 1 dado que existían ceros y su distribución no era normal (Little & Hill 1976). En las mediciones bisemanales se realizó un análisis de varianza utilizando un diseño de parcela dividida, donde la parcela grande la constituyeron las sombras, y la pequeña fueron las evaluaciones quincenales.

En el análisis a lo largo del día se obtuvieron promedios de esporas en cada uno de los rangos evaluados (5-8, 8-11, 11-

14, 14-17 horas) y a través de los meses evaluados (seis muestreos). Con éstos datos se realizó un análisis de varianza, utilizando un diseño de parcela dividida, donde la parcela grande la constituyeron las especies de sombra y la parcela pequeña los rangos de horas. Además, se realizaron pruebas de rango múltiple para comparar diferencias en los rangos horas estudiados (Tukey), y entre las especies de sombra (Duncan).

3.5.2 Incidencia de monilia.

Los datos de incidencia de monilia fueron transformados al arcoseno raíz de X (\sqrt{X}). Esta transformación se utilizó debido a que el rango de porcentaje superaba el 40 % (Little & Hill; 1976). Los datos de promedios a nivel de sombra fueron analizados según el diseño de bloques al azar; las fechas de evaluación fueron analizados como un parcela dividida tomando como parcela grande las sombras y como parcela pequeña las fechas. Los datos a nivel de cruce interclonal fueron analizados como una parcela subdividida, donde la parcela grande fueron las sombras, el segundo nivel fueron los cruces interclonales y el tercer nivel las fechas.

3.5.3 Variables meteorológicas.

Para la temperatura y la humedad relativa, se calcularon promedios quincenales por especie de sombra desde diciembre 1992 hasta mayo de 1993. Además, se calcularon promedios horarios de las mismas variables, para cada una de las especies de sombra. A los promedios quincenales se les realizó una prueba de auto correlación (Prueba Durbin-Watson. Manual SAS, 1990), para determinar si existía independencia entre las fechas; los resultados de la prueba (Cuadro 2A) mostraron que la temperatura estaba autocorrelacionada, por ésta razón solo se presentaron los promedios.

Los datos de humedad relativa no estaban autocorrelacionados. Por lo tanto, se realizó una prueba de correlación entre pares de tratamientos de sombra, para determinar la relación entre las especies. Posteriormente, se realizaron pruebas T student entre pares de promedios de humedad relativa de las especies de sombra estudiadas.

3.5.4 Relaciones entre factores

El total de lluvia de la semana en que estuvieron colocadas las trampas de la medición de esporas quincenales, se correlacionó con las cantidades de esporas, de las diferentes sombras y del total general. Posteriormente se tomó la precipitación de una semana, dos meses atrás y se correlacionó con los conteos de esporas quincenales a nivel de sombras.

Los promedios de esporas quincenales, a nivel de las sombras y totales generales fueron correlacionados 15, 30, 45, y 60 días después con los promedios de incidencia de monilia, para cada una de las sombras y totales generales.

Los promedios quincenales de incidencia de monilia para cada sombra y total fueron correlacionados con la lluvia de una semana 42, 47, 52 y 60 días antes.

3.5.5 Producción de cacao.

Los datos de peso fresco de cada cacaotero de las parcelas útiles fueron transformados a peso seco, multiplicando por un factor 0.40 (Wilberth phillips, informe no publicado, Proyecto Procacao. 1991). Posteriormente, se realizaron gráficos de producción de cacao a nivel de sombra, fecha y cruce interclonal.

4. RESULTADOS

4.1 Microclima.

4.1.1 Precipitación.

La precipitación durante el período de estudio no siguió la tendencia esperada para Margarita, ya que en general fue menor que la media mensual; solo diciembre y marzo fueron meses de una precipitación mayor (Figura 1).

4.1.2 Temperatura del aire.

La temperatura bajo las diferentes especies de sombra fue menor bajo poró (24°C) que bajo madero (25°C); guaba registró los promedios más altos (26°C). Estas diferencias se acentuaron a partir de abril (Figura 3). A lo largo del día, los registros de temperatura tuvieron una tendencia similar. Poró registró los promedios más bajos durante las horas de oscuridad y el promedio más alto al medio día (Figura 4).

4.1.3 Humedad relativa del aire.

La humedad relativa bajo las diferentes especies de sombra tuvo un comportamiento similar (Figura 5): poró registró las menores humedades relativas promedio a lo largo de la investigación (86%), madero en segundo lugar (88%) y guaba los promedios más altos (90%). A lo largo del día, poró registró los niveles más bajos, mientras que, las otras sombras no se diferenciaron entre sí (Figura 6). Aunque existe correlación entre las diferentes sombras, las pruebas de t student realizadas entre pares de sombras no evidenciaron diferencias en los tipos de sombras (Cuadro 3A).

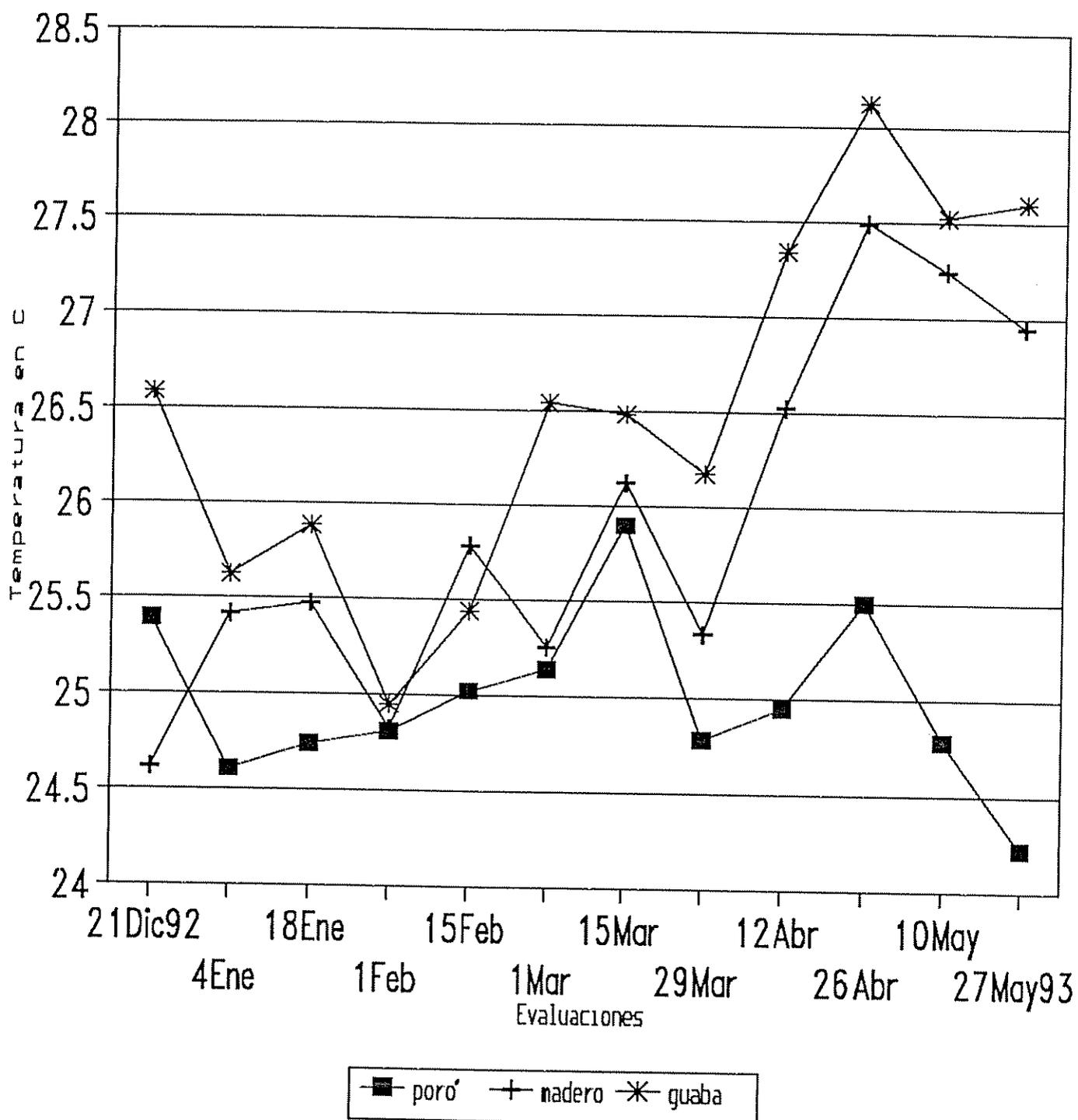


Figura 3 Temperaturas promedio bajo sombra de poró (*Erythrina poeppigiana*), madero (*Gliricidia sepium*) y guaba (*Inga edulis*) asociadas con cacao para el período de diciembre de 1992 a mayo de 1993.

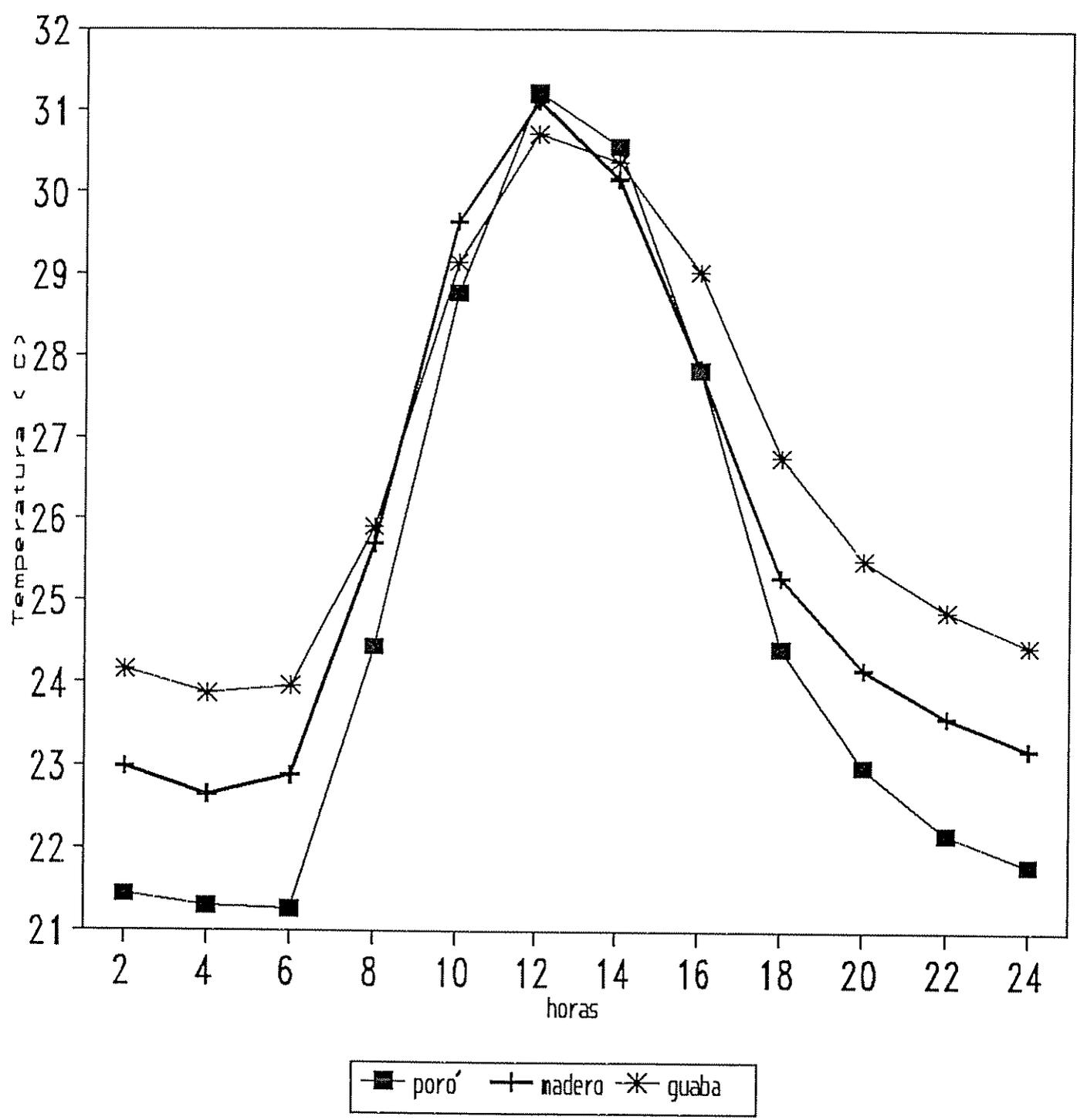


Figura 4 Temperatura horaria promedio bajo sombra de poró (*Erythrina poeppigiana*), madero (*Gliricidia sepium*) y guaba (*Inga edulis*) asociadas con cacao. 1993.

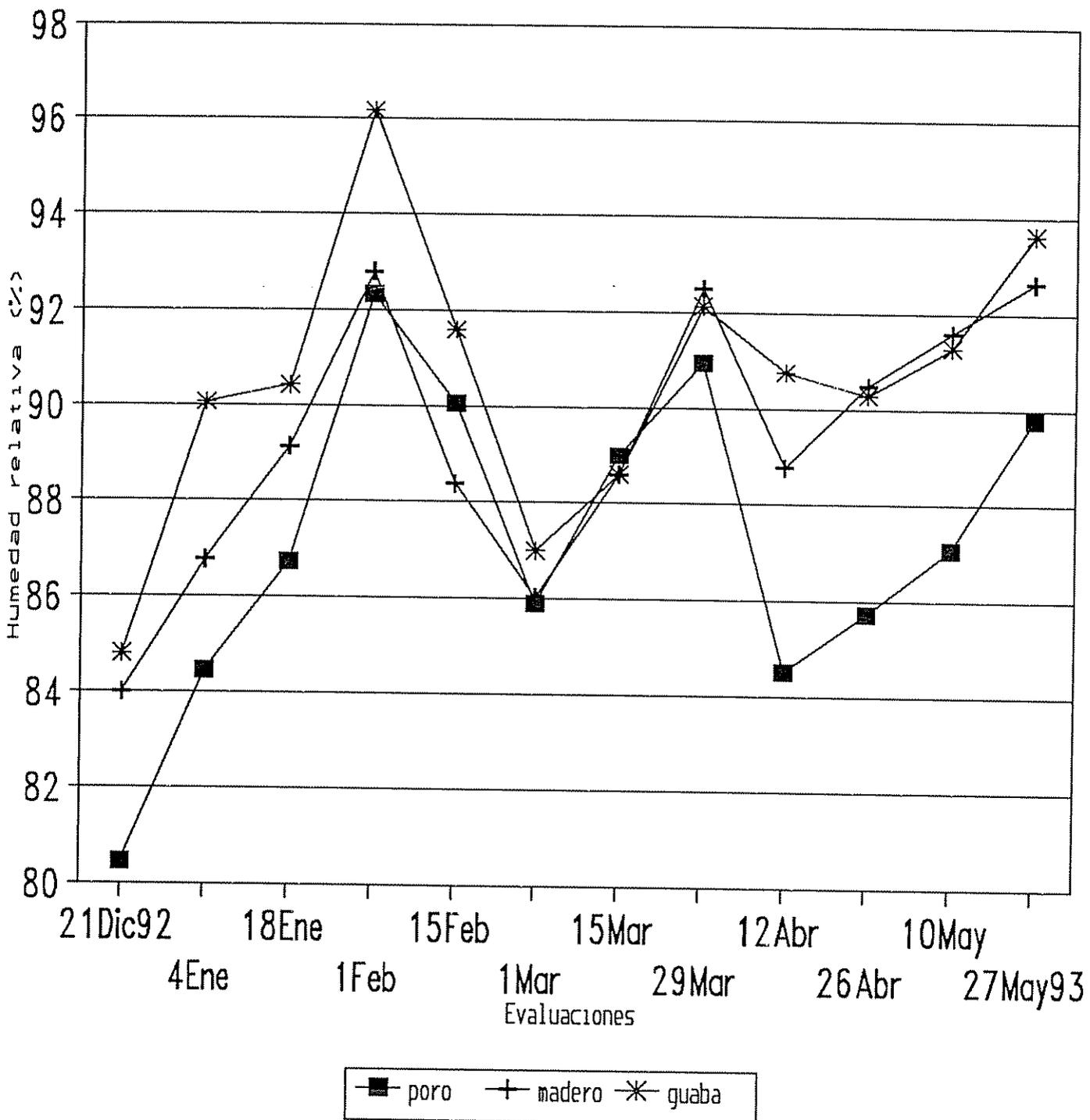


Figura 5 Humedad relativa promedio bajo sombras de poró (*Erythrina poeppigiana*), guaba (*Inga edulis*) y madero (*Gliricidia sepium*) asociadas con cacao para el período de diciembre de 1992 a mayo de 1993

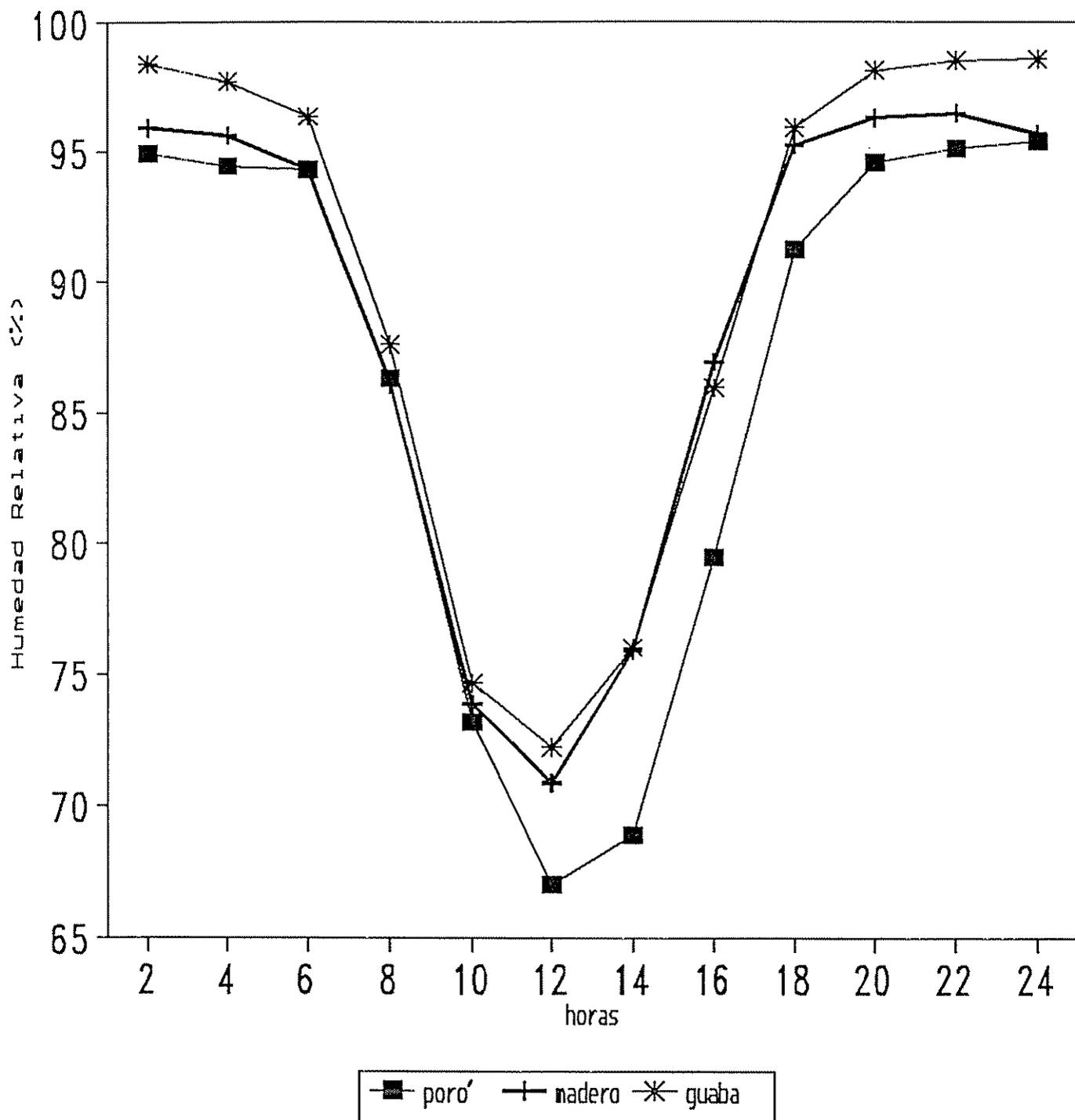


Figura 6 Humedad relativa horaria promedio bajo sombra de poró (*Erythrina poeppigiana*), madero (*Gliricidia sepium*) y guaba (*Inga edulis*) asociadas con cacao. 1993.

4.2 Producción de cacao

La mayor producción de cacao se registró bajo la sombra de madero (940 kg/ha/año), seguido por guaba (718 kg/ha/año) y de último el poró (600 kg/ha/año) . Existieron diferencias en la producción de los diferentes cruces interclonales de cacao. El cruce POUND7 x UF668 produjo más de 1000 kg/ha/año comparado con CATONGO x POUND12 el peor productor con 570 kg/ha/año (Figura 7).

La producción a través de las fechas disminuyó de diciembre hasta mediados de abril, para luego ascender en mayo_ (Figura 8). Se registraron diferencias muy pequeñas, entre tratamientos, con madero presentando las mayores producciones en la mayoría de las evaluaciones (Figura 8). La producción a nivel de los cruces mostró la misma tendencia descendente. En la primera semana de febrero todos los cruces habían llegado a su nivel mínimo de producción (Figura 2A).

4.3 Cantidad de esporas de monilia bajo diferentes tipos de sombra

4.3.1 Evaluaciones quincenales.

La cantidad de esporas presentes en el aire tendió a disminuir desde diciembre hasta marzo, mes en la cual las poblaciones inician un incremento bastante pronunciado, que se extiende hasta fines de abril (Figura 9). El análisis estadístico detectó diferencias altamente significativas en el número de esporas para las fechas (Cuadro 4A).

Hubo diferencias altamente significativas en la cantidad de esporas registradas en las diferentes sombras y

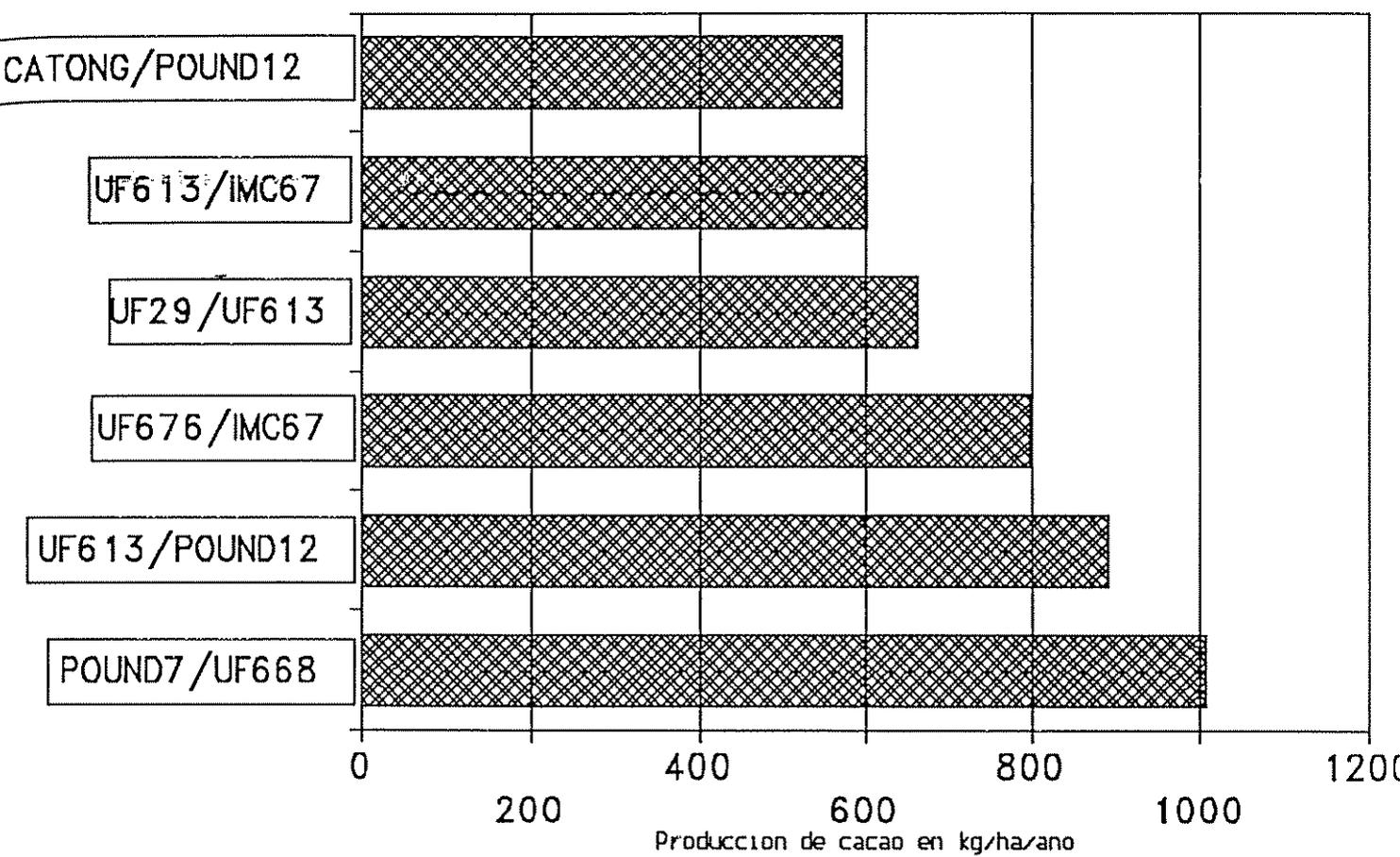


Figura 7 Producción de cacao de diferentes cruces interclonales. Talamanca, Costa Rica. 1993.

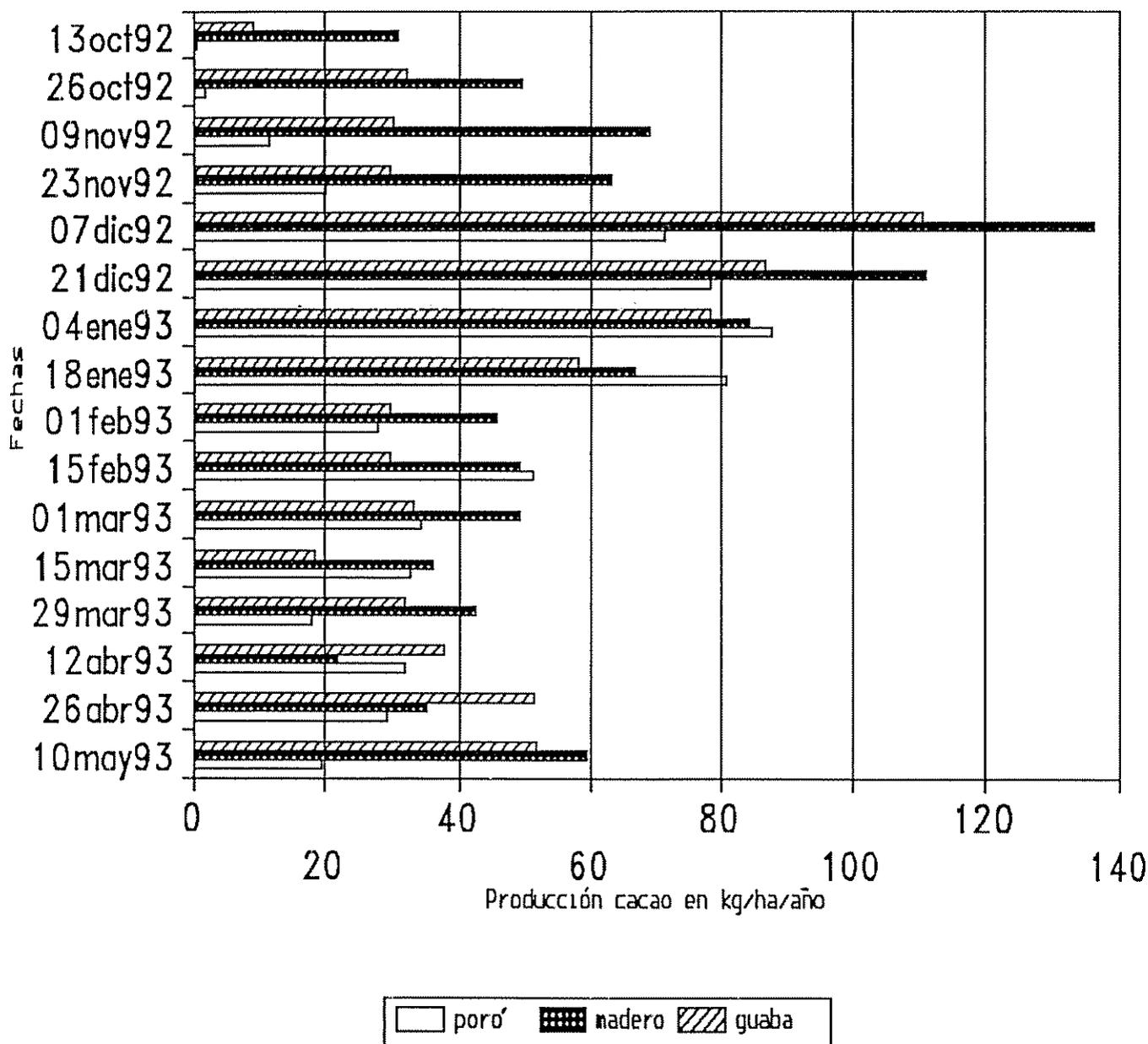


Figura 8 Producción de cacao bajo sombra de poró (*Erythrina poeppigiana*), guaba (*Inga edulis*) y madero (*Gliricidia sepium*) y asociadas con cacao en grano para el período diciembre de 1992 a mayo de 1993.

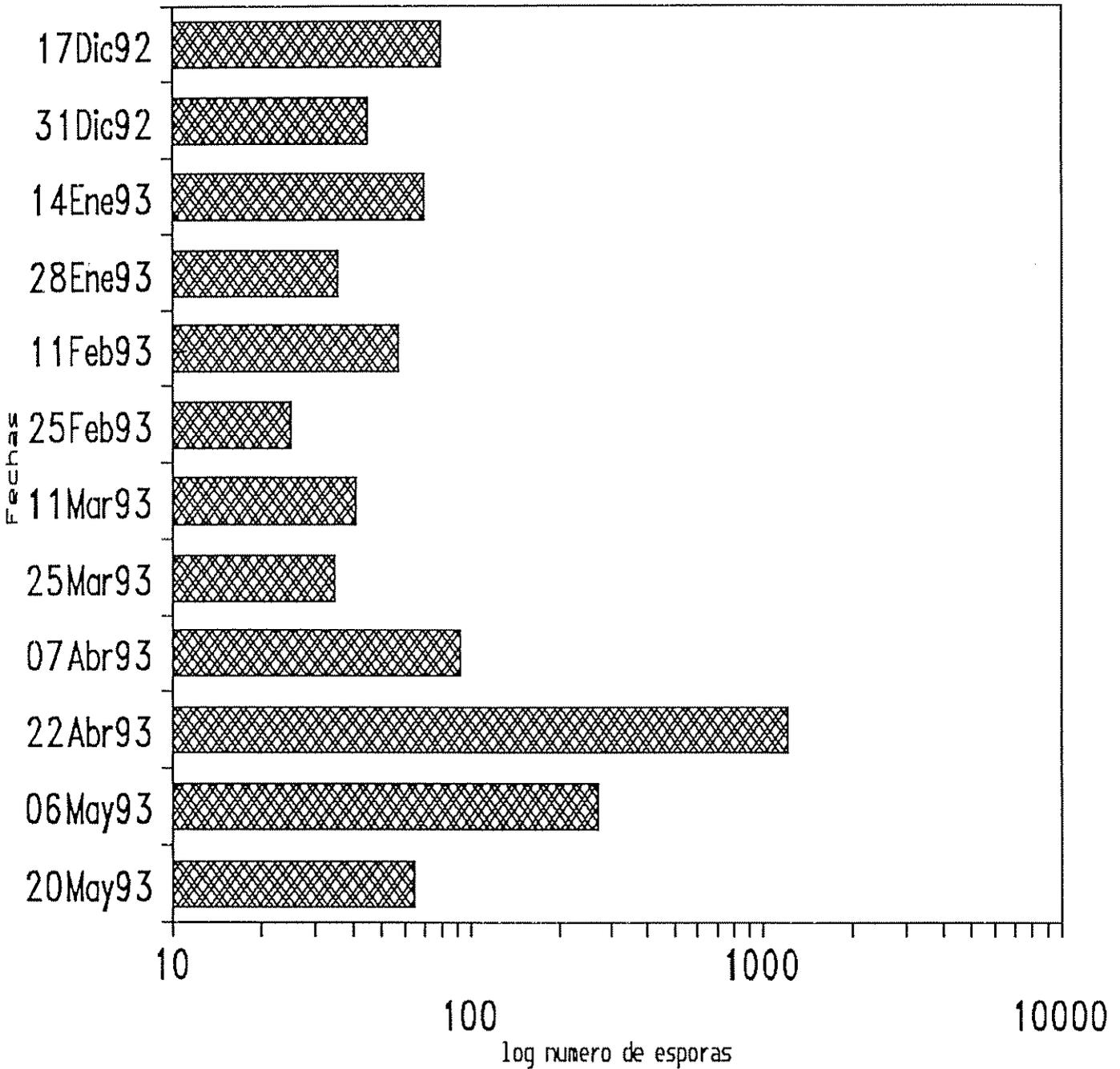


Figura 9 Variación en el número de esporas de monilia en el aire para el período de diciembre de 1992 a mayo, 1993. Talamanca, Costa Rica.

diferencias significativas ($P < 0.05$) en la interacción sombras-fechas de evaluación (Cuadro 4A).

Las mayores poblaciones de esporas se registraron bajo poró a lo largo de las evaluaciones; este patrón cambió a finales de abril, cuando la cantidad de esporas bajo guaba superó a lo registrado bajo poró. Los tratamientos de madero negro y guaba no mostraron grandes diferencias entre sí (Figura 10). No hubo diferencias significativas en las cantidades de esporas registradas a nivel de los bloques (Cuadro 4A).

4.3.2 Evaluaciones diarias.

Las mayor captura de esporas de monilia se presentaron entre las 8-14 horas (Figura 11). Las cantidades de esporas de 5-8 y 14-17 horas son estadísticamente similares, al igual que de 8-11 y 11-14 horas (Cuadro 5A).

En los tratamientos de poró y guaba las mayores cantidades de esporas se presentaron entre las 11-14 horas, mientras que, en madero, las mayores cantidades se presentaron en el período de las 8-11 horas (Figura 11). Sin embargo, solo poró fue estadísticamente diferente (Cuadro 5A). En todos los tratamientos las evaluaciones de 5-8 y de 14-17 horas presentaron bajas poblaciones de esporas (Figura 11). El patrón horario fue similar en todas las especies a lo largo del tiempo.

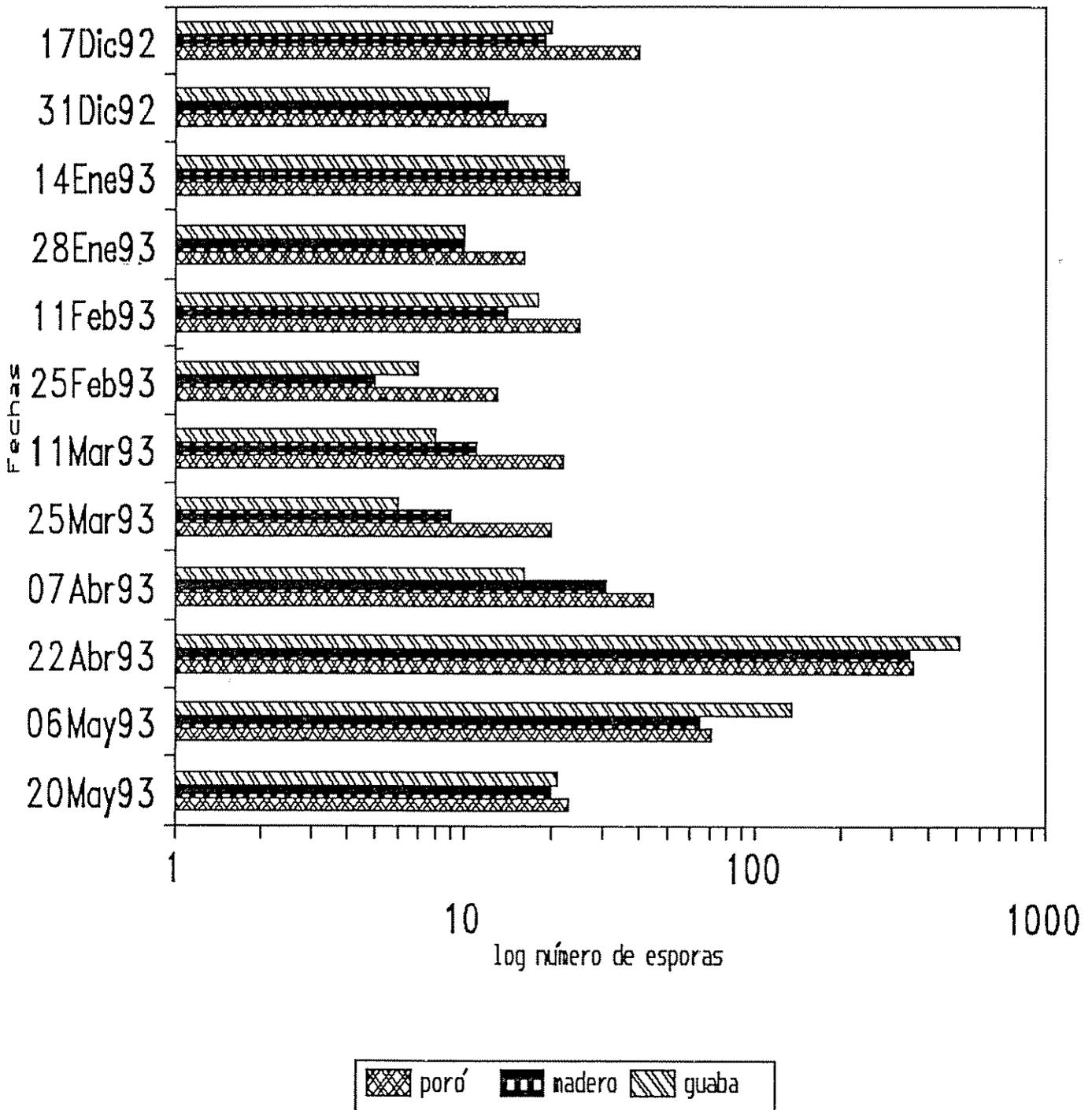


Figura 10 Número de esporas de monilia bajo sombras de poró (*Erythrina poeppigiana*), madero (*Gliricidia sepium*) y guaba (*Inga edulis*) asociadas con cacao de diciembre de 1992 a mayo de 1993.

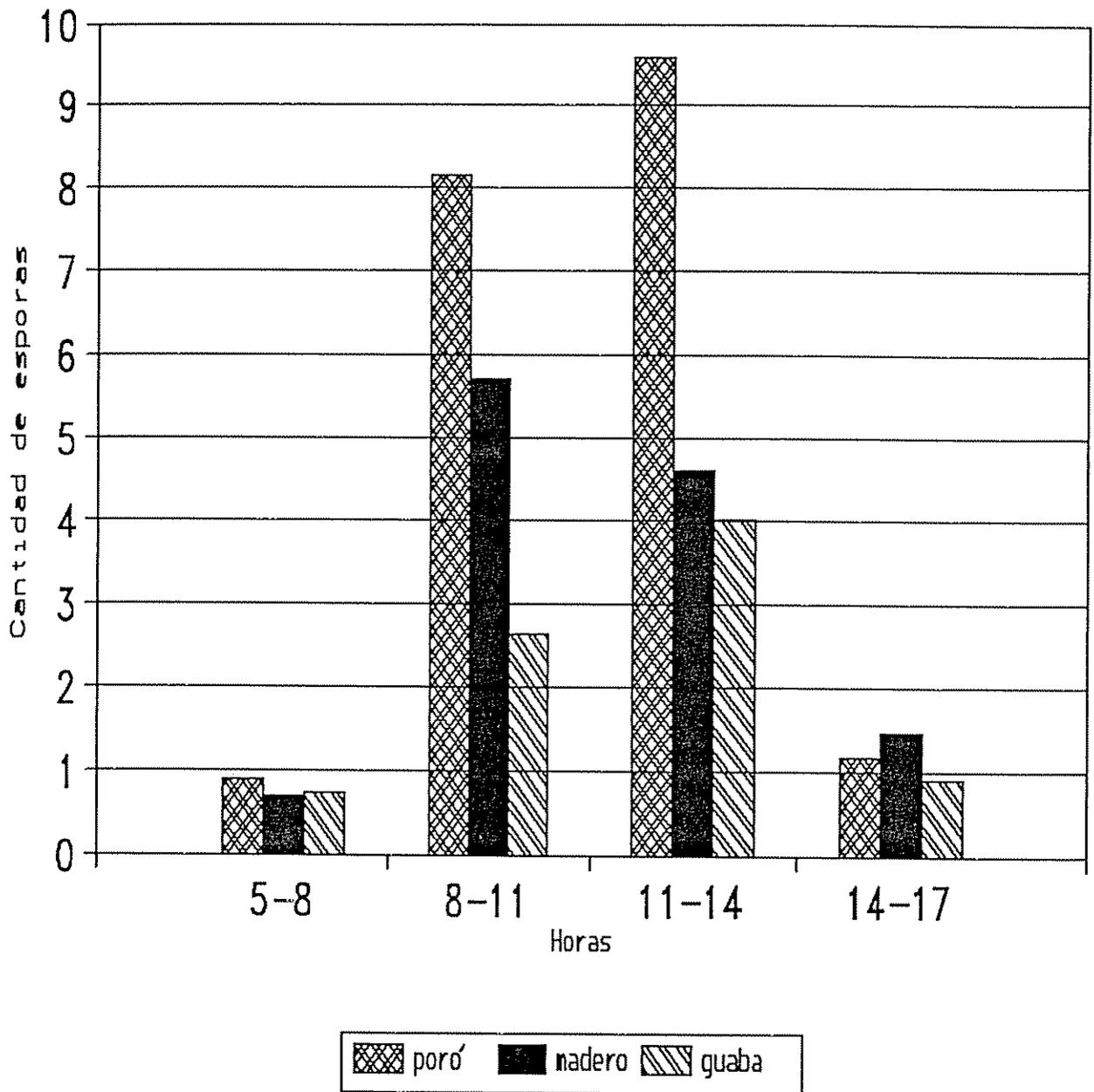


Figura 11 Número promedio de esporas de monilia bajo sombras de poró (*Erythrina poeppigiana*), madero (*Gliricidia sepium*) y guaba (*Inga edulis*)

4.4 Incidencia de monilia

4.4.1. Incidencia de monilia según las fechas de evaluación.

La incidencia de monilia se mantuvo baja promediando un 12 % durante todo el período de estudio. Los datos muestran un descenso en la incidencia entre diciembre y febrero, un aumento en marzo y un descenso en abril (Figura 12). Estas diferencias son altamente significativas (Cuadro 6A).

La incidencia de monilia aumentó a lo largo de las evaluaciones en los diferentes tratamientos de sombra. El ascenso en los niveles se observó hasta finales de abril donde la incidencia disminuye considerablemente, aunque luego aumenta (Figura 12). El análisis estadístico detectó diferencias altamente significativas en las sombras a través del tiempo (Cuadro 6A).

No se encontraron diferencias entre los cruces interclonales de cacao a través del tiempo (Cuadro 2). La mayoría de los cruces presentó un promedio del 15 % de incidencia. En el análisis estadístico no detectó diferencias entre los cruces a través del tiempo (Cuadro 6A).

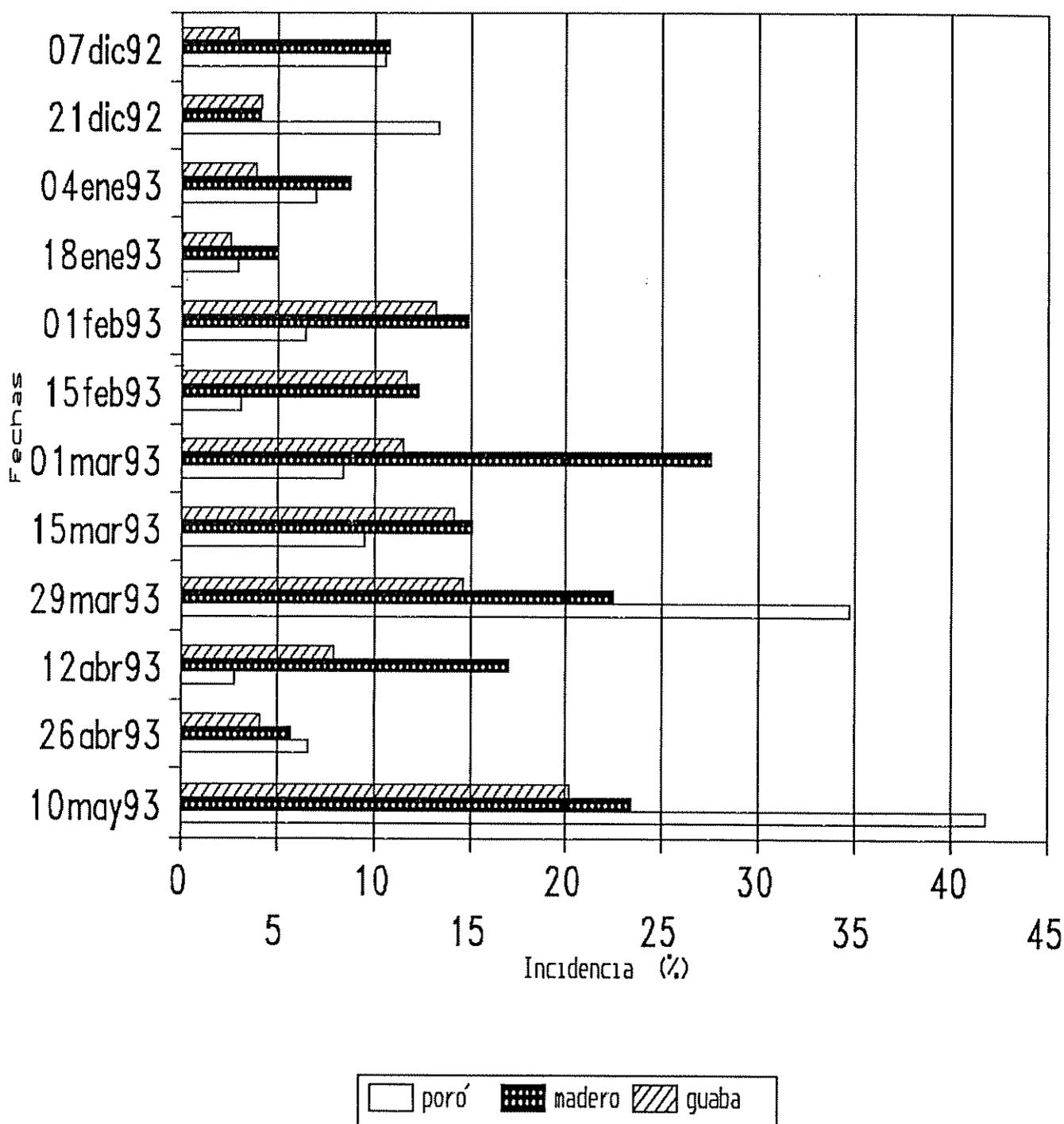


Figura 12 Incidencia promedio de monilia para el período diciembre, 1992 a mayo, 1993. bajo la sombra de poro (*Erythrina poeppigiana*), madero (*Gliricidia sepium*) y guaba (*Inga edulis*) asociadas con cacao. 1993.

Cuadro 1 Incidencia de monilia (%) en cacao a lo largo de las fechas de evaluación y bajo diferentes cruces interclonales.

fechas	cruces interclonales					
	1	2	3	4	5	6
07dic92	10	14	8	11	3	3
21dic92	5	8	9	4	13	5
04ene93	6	8	9	10	11	2
18ene92	1	3	0	3	6	5
01feb93	20	3	22	9	4	45
15feb93	4	6	12	6	16	12
01mar93	9	14	14	32	23	16
15mar93	6	17	9	25	12	21
29mar93	18	26	2	36	18	18
12abr93	6	14	4	25	5	9
26abr93	3	3	14	4	4	6
10may93	28	20	28	22	27	31

1= CATONGO X POUND 12

2= POUND7 X UF668

3= UF29 X UF613

4= UF613 X IMC67

5= UF613 X POUND12

6= UF676 X IMC67

4.4.2. Incidencia de monilia por sombra y cruce interclonal.

La incidencia de monilia en el cacao bajo las diferentes especies de sombra fue muy similar (Figura 12). El análisis estadístico así lo demuestra al no detectar diferencias significativas (Cuadro 6A).

EL nivel de incidencia de monilia entre los cruces de cacao fue muy similar. El cruce UF29 x UF613 registró la menor incidencia (18 %) y UF613 x IMC67 (29 %) la mayor incidencia (Figura 13). Sin embargo, las diferencias entre cruces no fueron significativas (Cuadro 5A). No hubo diferencias significativas entre bloques según el análisis de varianza (Cuadro 6A).

Los cruces interclonales no se comportaron igual bajo las diferentes sombras (Figura 14). El análisis estadístico no detectó diferencias entre los cruces dentro de las sombras estudiadas (Cuadro 6A).

4.4.3 Incidencia de monilia según cruces interclonales y especies de sombra a través del tiempo.

Existe un comportamiento diferente de los cruces en las sombras a través del tiempo. Mientras que en poró se manifiestan pocos cambios, en guaba y madero negro se presentan grandes variaciones en la incidencia, aún dentro de los mismos cruces (Cuadro 7A). El análisis de varianza mostró diferencias significativas ($P < 0,05$) en incidencia al analizar la interacción sombra-cruce-fecha (Cuadro 5A).

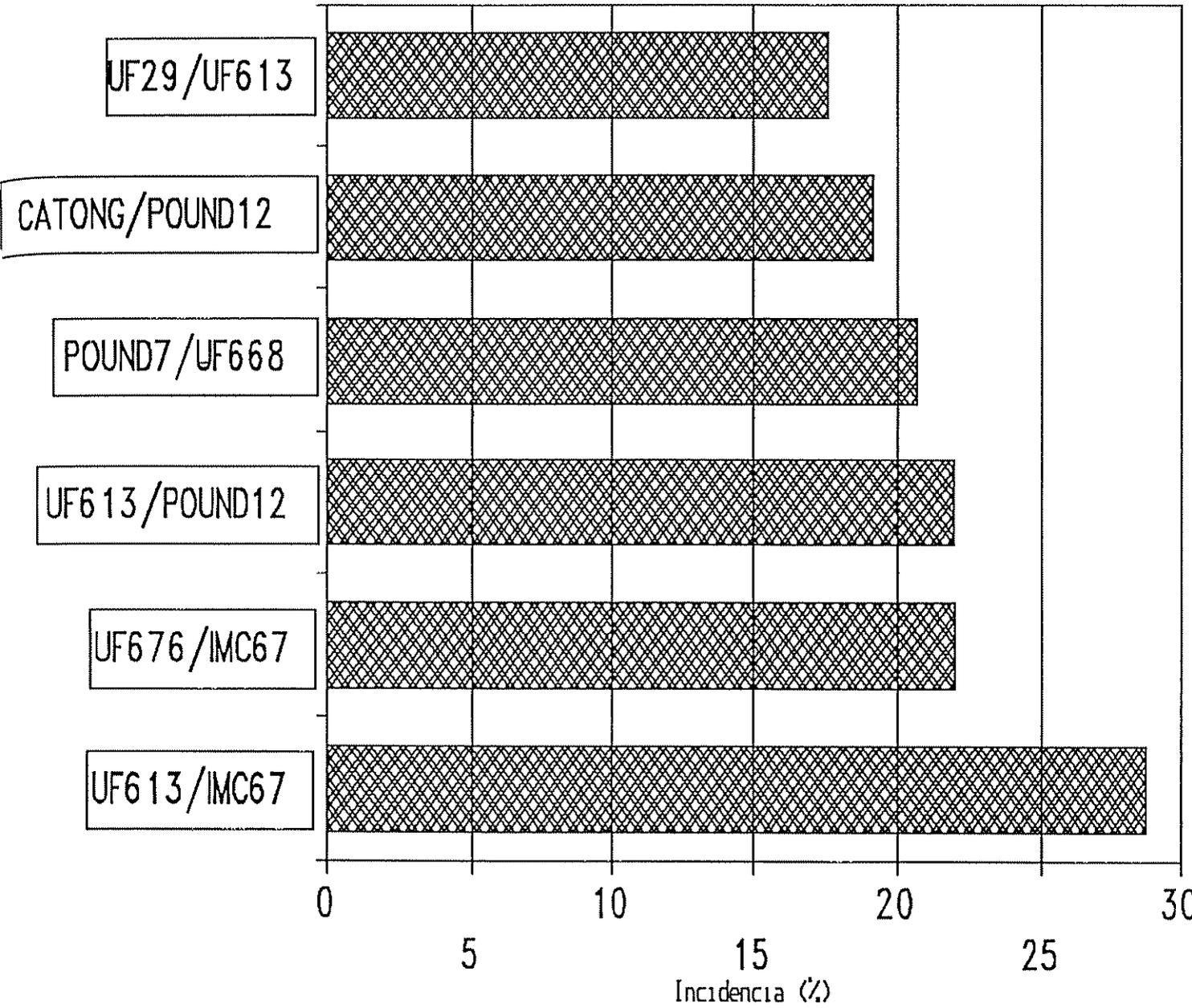


Figura 13 Incidencia promedio de monilia en diferentes cruces interclonales de cacao. Talamanca, Costa Rica.

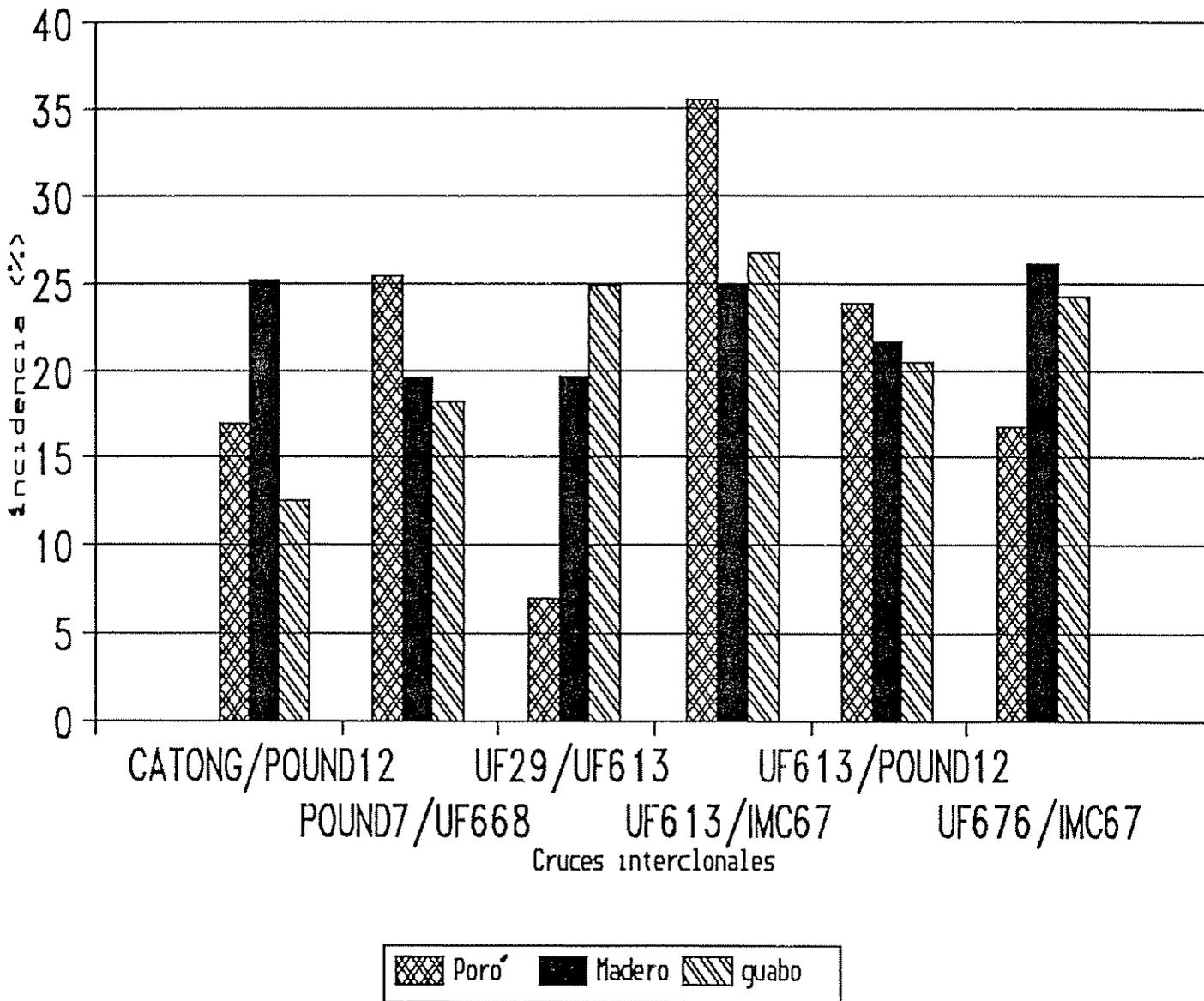


Figura 14 Incidencia de monilia de cruces interclonales de cacao bajo sombras de poró (*Erythrina poeppigiana*), madero (*Gliricidia sepium*) y guaba (*Inga edulis*) asociadas con cacao.

4.5 Relación entre la lluvia y el muestreo quincenal de esporas de monilia.

La lluvia dos meses atrás y la lluvia en la misma semana del muestreo quincenal de esporas de monilia, no ejercieron ninguna influencia en las cantidades de esporas atrapadas a lo largo de las evaluaciones (Figura 15). El análisis de correlación entre la precipitación y la cantidad de esporas en cada una de las sombras y del total, dos meses atrás mostró pobres correlaciones negativas no significativas (Cuadro 9A).

4.6 Relación entre la temperatura y el número de esporas en el período diurno bajo las diferentes especies de sombra .

En el primer período horario (5-8 horas) se registraron diferencias de más de dos grados centígrados entre las especies de sombra, al tiempo que los registros del número de esporas evidenciaron poca variación.

En el segundo período evaluado (8-11 horas) la situación se invierte, hubo pocas diferencias en la temperatura del aire en los diferentes tratamientos de sombra, mientras que el número de esporas evidenció fuertes diferencias entre las especies de sombra. Poró presentó los mayores promedios, seguido por madero y por último, la guaba.

En el tercer período evaluado (11-14 horas) se mantiene la misma tendencia del período anterior, especialmente poró, que evidenció una tendencia ascendente, no así las otras especies, que disminuyen, con pocas diferencias entre si. En el cuarto período (14-17 horas) aunque la temperatura continúa con pocos cambios, las diferencias entre sombras es un poco mayor. Asimismo, las diferencias en los registros de esporas en las diferentes sombras se comienza a reducir tratando de revertir la tendencia de la mañana (Figura 16).

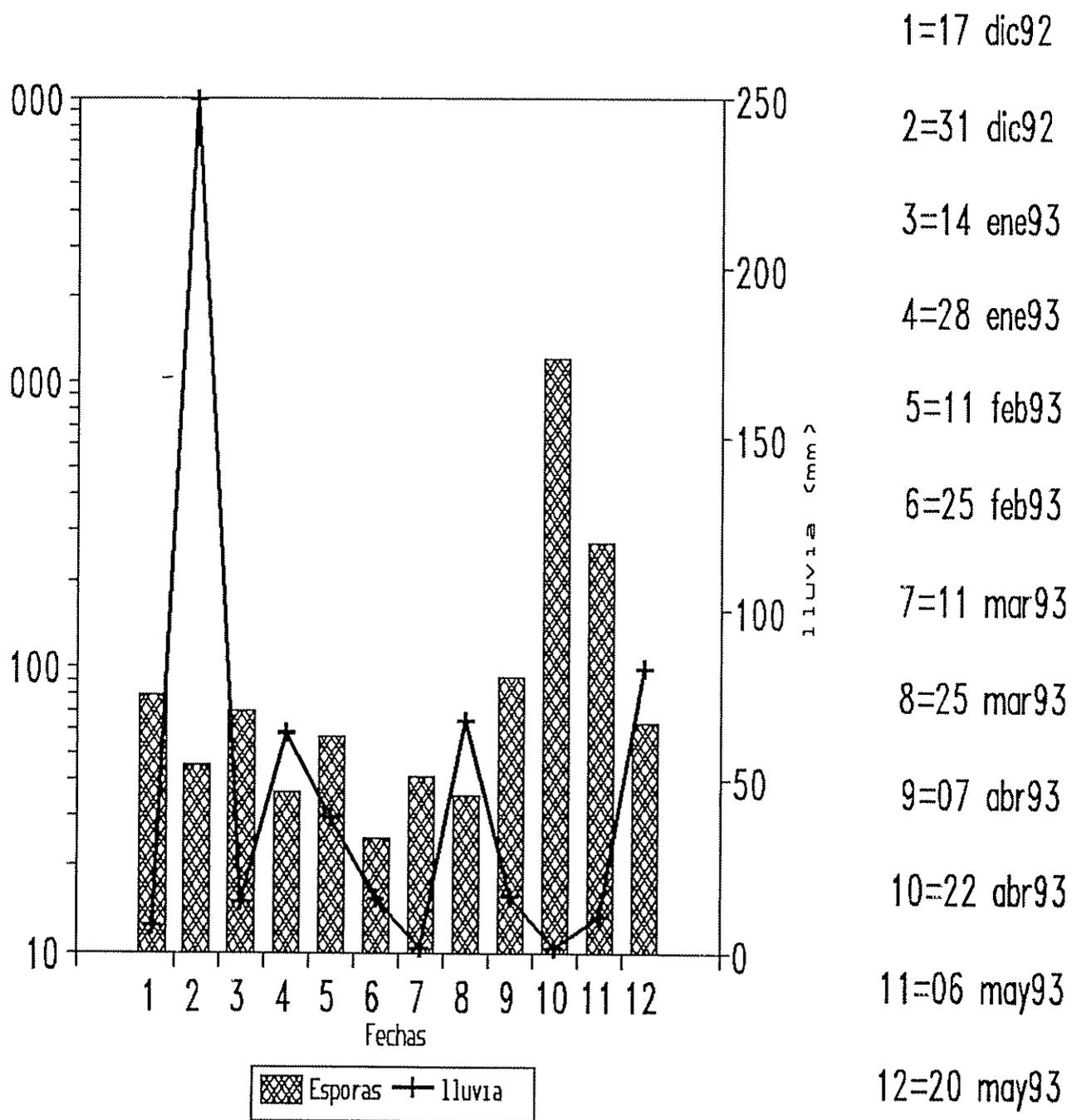
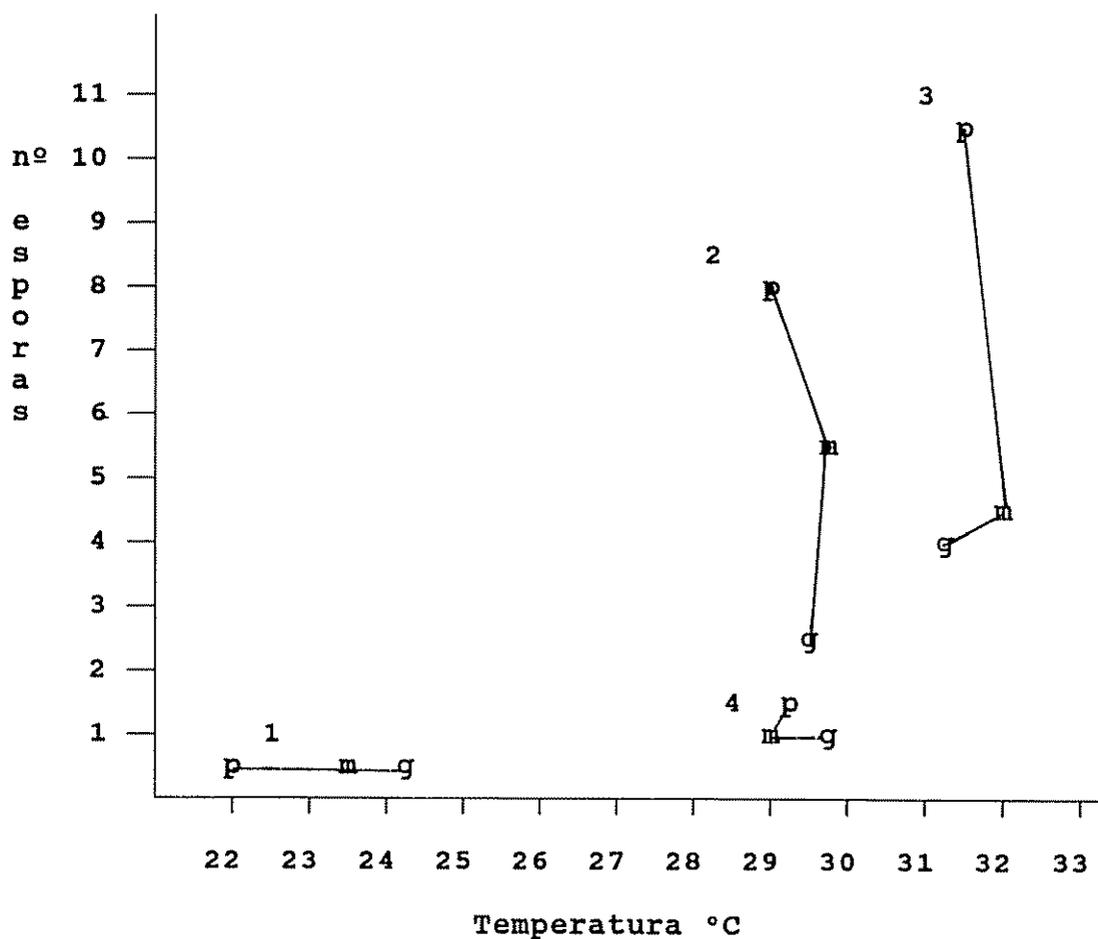


Figura 15 Precipitación quincenal y número de esporas de monilia para el período de diciembre, 1992 a mayo de 1993. Talamanca, Costa Rica.



p = poró m = madero_ g = guaba

1 = 5-8 horas
 2 = 8-11 horas
 3 = 11-14 horas
 4 = 14-17 horas

Figura 16 Promedios de temperatura del aire y número de esporas de monilia bajo sombras de poró (*Erythrina poeppigiana*), madero (*Gliricidia sepium*) y guaba (*Inga edulis*) asociadas con cacao.

4.7 Relación entre humedad relativa y número de esporas en el día bajo diferentes especies de sombra

En el primer período evaluado (5-8 horas), no se registraron diferencias importantes en la humedad relativa dentro de las diferentes sombras, ni en el número de esporas.

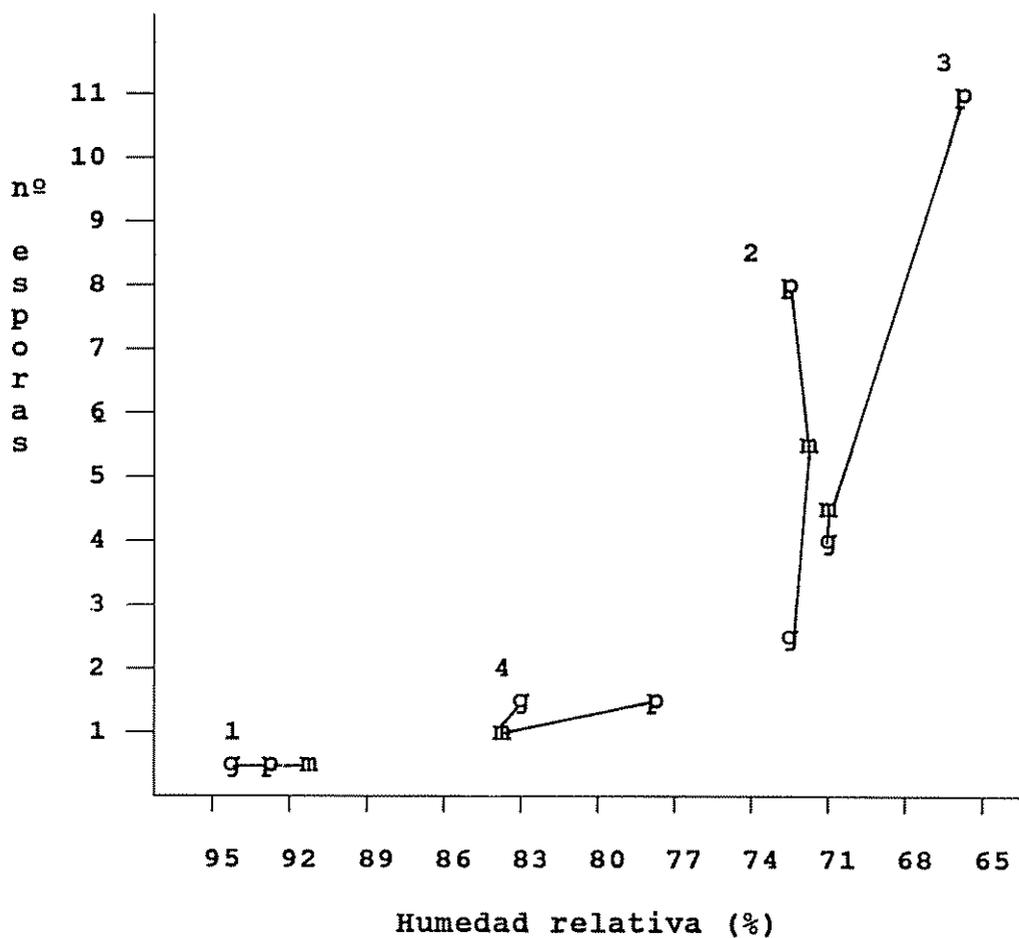
En el segundo período (8-11 horas) no se presentaron diferencias en la humedad relativa entre los tratamientos, no así, con las esporas de monilia, que en este período registraron una gran variación entre los tratamientos. El tratamiento de poró obtuvo las mayores poblaciones de esporas, madero el segundo lugar y guaba el último. Una tendencia similar registró el tercer período de evaluación (11-14 horas). Poca variación en la humedad relativa y una gran variación en los registros del número de esporas en las diferentes sombras.

En el cuarto período de evaluación (14-17 horas) la humedad relativa registró cambios de consideración entre las especies de sombra. El poró evidenció la menor tasa comparada con las otras especies. Las poblaciones de esporas en los distintos tratamientos de sombra no registraron diferencias (Figura 17).

4.8 Relación entre número de esporas quincenales y la incidencia de monilia

Existe una correlación significativa y positiva entre las esporas totales de monilia y la incidencia 15 días después (Cuadro 11A). A nivel de las especies de sombra, poró registró una correlación positiva y altamente significativa con la incidencia de monilia 15 días después. Madero mostró una correlación positiva y significativa entre las esporas y la incidencia 45 días después. Con el tratamiento de guabo no se obtuvieron correlaciones significativas (Cuadro 11A).

No se detectaron correlaciones significativas entre incidencia quincenal de monilia (a nivel de sombras ni de totales) y la lluvia 60, 52, 47, 42 días antes de la evaluación. (cuadro 12A)



p = poró = madero g = guaba

1 = 5-8 horas
 2 = 8-11 horas
 3 = 11-14 horas
 4 = 14-17 horas

Figura 17 Promedios de humedad relativa y número de esporas de monilia bajo sombras de poro (*Erythrina poeppigiana*), madero (*Gliricidia sepium*) y guaba (*Inga edulis*) asociadas con cacao

5. DISCUSION

Cuando un hospedante susceptible y un patógeno se encuentran, la enfermedad se desarrolla si el medio ambiente lo permite. Lo anterior es comúnmente conocido como el triángulo de la patogenicidad. Conocer la influencia del ambiente en el desarrollo de la enfermedad es un requisito importante para su manejo (Fry, 1982; Agrios, 1987).

La vegetación existente en todo sistema agroforestal influye sobre el ambiente. Es por eso que la sombra es determinante para el desarrollo de la monilia. Las especies de sombra tienen dos efectos sobre el ambiente: a) interfieren directamente sobre el microclima y b) producen un efecto indirecto sobre el desarrollo y comportamiento del árbol de cacao, el cual no se discutirá. El efecto directo depende de la naturaleza misma de las especies (tipo de hojas, distribución espacial de hojas y ramas, forma de copa, etc) y del manejo. Estos elementos pueden explicar el comportamiento de las variables humedad relativa y temperatura que fueron medidas bajo cada sistema de sombra como se explicará a continuación.

Efecto del manejo de los doseles sobre el ambiente del cacaotal.

Debido a problemas de autocorrelación en los datos de temperatura, no fue posible asignar un nivel de probabilidad a las diferencias entre especies en términos de ésta variable. No obstante, el análisis de los promedios quincenales y horarios de temperatura bajo cada especie, se prestan a las siguientes interpretaciones.

Las temperaturas horarias promedio indican valores más extremos en el sistema con sombra de poró que en los otros sistemas. Una posible explicación a esto es que el poró se mantuvo gran parte del período de estudio con poco follaje, ya que fue podado en dos ocasiones. Esto significa que los rayos solares alcanzaron más fácilmente las plantas

de cacao y llegaron hasta el suelo (Luján, 1993), permitiendo un calentamiento mayor del aire circundante, lo que eleva la temperatura y por lo tanto se reduce la humedad relativa. Durante la noche, en el período cuando el poró tiene poco follaje hay un mayor enfriamiento por radiación terrestre que permite que la temperatura alcance valores inferiores que en los otros sistemas.

En el sistema con sombra de madero, la temperatura fue ligeramente superior al poró e inferior al sistema con guaba, lo que puede ser explicable por la defoliación parcial que sufre este árbol durante la floración y los daños ocasionados por los insectos, de manera que permite la entrada parcial de radiación solar durante el día y también pérdidas importantes mediante radiación de honda larga durante la noche. Finalmente la menor variación de temperatura obtenida en el sistema con sombra de guaba puede explicarse en función de la copa de este árbol (sombrija), que dificulta la pérdida de radiación terrestre (efecto invernadero) presentándose temperaturas más altas, pero también menos variables durante el día.

También es importante mencionar que la conformación del dosel y el índice de área foliar no solamente afectan la cantidad de radiación que puede penetrar hasta la superficie del suelo o puede emitir la superficie terrestre, sino que también afecta la velocidad con que se modifican los componentes del balance de energía, entre ellos el calor sensible (temperatura).

A nivel quincenal, era de esperarse que los promedios de temperatura sean menores en el sistema con poró, puesto que el número de horas con poca o ninguna radiación solar fue predominante, dando lugar a un mayor enfriamiento del aire por radiación terrestre y por consiguiente a un mayor número de horas con temperaturas inferiores a los otros sistemas agroforestales.

En lo referente a la humedad relativa, el análisis estadístico no mostró diferencias significativas entre los sistemas de sombra. Esto se puede deber a que si bien en el sistema con poró durante las horas cercanas al mediodía la temperatura fue mayor, en ese sistema también, hay mayor evaporación, puesto que mayor radiación solar está penetrando al suelo durante la época que el árbol permanece con poco follaje. Esto significaría que las humedades relativas son similares, aunque el contenido de vapor de agua en el aire posiblemente es mayor en el sistema con poró. Sin embargo, esto solo es posible si la velocidad del viento es muy baja, de manera que no permita una mezcla homogénea del aire circundante en los diferentes sistemas estudiados.

Otro factor que podría explicar ese comportamiento es la sensibilidad de los captosres de humedad relativa utilizados. bajo condiciones de buen funcionamiento el porcentaje de error puede ser de hasta el 5%, además que, en condiciones de humedad relativa superiores al 95% pierden exactitud (Van der Wal, 1978), lo que indica que en la realidad pueden haber ocurrido pequeñas diferencias de humedad relativa no detectadas por los instrumentos usados. Además del coeficiente de error de cada aparato hay que considerar el error entre aparatos.

Otra posible explicación para que no hayan diferencias estadísticas entre los promedios quincenales de humedad relativa puede deberse en parte a que la humedad relativa en la región de estudio varía poco entre las 17 y 08 horas; este predominio de horas con humedad relativa similares enmascara las diferencias que pueden ocurrir entre las horas de mayor radiación solar y cambios más bruscos de temperatura del aire.

Número de esporas de monilia

El efecto del ambiente sobre la enfermedad se da no solo en la cantidad de infección, sino que también en los procesos previos. Dentro de estos procesos uno de los más importantes es la producción y diseminación del inóculo; por esta razón el estudio bajo los diferentes sistemas de sombra pueden arrojar información sobre la dinámica y evolución de las enfermedades en ellos. Bajo la sombra de poró se presentaron las mayores poblaciones de esporas en el aire ($p < 0,01$). Monilia es un hongo que se disemina de día (Dowding, 1986), requiere temperaturas relativamente altas (35°C) y baja humedad relativa (80%) para una mayor dispersión. La poda de poró favoreció ese ambiente (Porrás, 1982; González, 1981; Almeida, 1986)).

Otra posibilidad para un aumento de las poblaciones de esporas bajo la sombra de poró pudo ser el efecto del viento. Aunque no se pudo medir ni la velocidad ni dirección, su importancia es reconocida. Hirst (1959) indica que la sedimentación de esporas solo ocurre en lugares protegidos o cubiertos. Bajo condiciones de viento, se crea una turbulencia donde las esporas son arrastradas en todas las direcciones, más rápido de lo que son atraídas por la gravedad. Dado que en poró existen tantos espacios libres producto de las podas, la diseminación se facilita. Mientras que bajo las sombras de madero y guaba la disposición de las hojas y ramas dificulta el movimiento de las corrientes de aire.

A lo largo del día las mayores poblaciones de esporas se encontraron entre las 8-14 horas ($p < 0.01$), lo cual concuerda con Campos (1988). Posiblemente después de 12 horas sin radiación solar (horas de oscuridad), el ambiente en general es húmedo y frío, el estroma de las mazorcas infectadas se encuentra húmedo, por lo que el peso de las esporas es mayor y no se desprenden del micelio, consecuentemente la cantidad de esporas atrapadas es menor; sobre todo, en aquellos tratamientos de sombra donde por el

manejo (poda de poró), o las características de las especie (defoliación, floración, plagas del madero), registraron las temperaturas más bajas. No así con guaba, que al tener más follaje registró las mayores temperaturas en su microambiente.

Conforme la radiación solar es más directa va aumentando la temperatura y disminuyendo la humedad relativa. Las esporas se van secando y haciéndose más livianas, por lo que las cintas adhesivas interceptan un mayor número, especialmente en poró y madero. En las horas de la tarde, la temperatura se reduce y aumenta la humedad relativa y con frecuencia ocurren lluvias, por tanto, las esporas se tornan más pesadas, aunque no tanto como en las primeras horas de la mañana, lo cual concuerda con Porras (1982).

Las poblaciones de esporas registraron un descenso de diciembre a marzo y un posterior aumento en abril ($p < 0,01$). Estas diferencias probablemente estén relacionadas con el ritmo productivo del cacao en Talamanca, ya que monilia es un hongo que solo ataca frutos, por tanto, el descenso en las poblaciones de esporas de diciembre a marzo obedece a la disminución normal de la cosecha típica de esta región (Porras, 1982).

La producción de nuevos frutos en febrero, en el caso de ser infectados, liberarían esporas aproximadamente en abril (Porras, 1991). Esto podría explicar el incremento tan fuerte en el número de esporas en dicho mes. Otra posible explicación al intenso aumento de las poblaciones de esporas en abril, fueron la activación de fuentes de inóculo de plantaciones vecinas. Son fincas sin manejo, situadas a aproximadamente 300 m de la parcela experimental.

Aunque Porras (1982) encontró que las esporas pueden dispersarse hasta 100 m, las fincas se encuentran situadas en la dirección del viento, por lo tanto, es muy probable que esporas de esos lugares hayan sido arrastradas hacia el ensayo.

Las correlaciones entre el número de esporas y la cantidad de lluvia no fueron significativas. Según Hirst (1959) las gotas de agua pueden atrapar entre 80-90% de las partículas esféricas con diámetros entre 20-30 μm . Esto indica que las lluvias pudieron haber reducido las cantidades de esporas en el aire (monilia tienen de 7 a 10 μm ancho y de 9 a 14 μm de largo) (Campos, 1988). El hecho de no ser significativo pudo deberse a que los datos utilizados, fueron el acumulado de una semana, por lo que, pudo haber lluvias en la noche y no traducirse en una reducción de esporas ya que en esas horas no se da el movimiento.

Incidencia de monilia.

Los registros de incidencia tomados en el experimento no determinaron diferencias entre las sombras. Este resultado es congruente con los encontrados por Rocha (1972). Es posible que debido al tipo de dispersión del hongo, este puede desplazarse con las corrientes de viento (Hirst, 1959) y dado que existen fincas cacaoteras con muy poco manejo en los alrededores, es posible que la fuente de inóculo predominante sea esa, impidiendo así, que se manifiesten diferencias de incidencia de la enfermedad de acuerdo al tipo de sombra (Campos, 1988).

El nivel de incidencia de monilia durante la investigación fue alrededor del 20%, lo cual fue bastante bajo comparado con otras épocas (Eduardo Somarriba. Informe no publicado, proyecto GTZ-AF. 1991). Esa baja en la incidencia podría ser explicable desde varios puntos de vista: en primer lugar la época evaluada, fue al final de la cosecha más importante de la región, por tanto la mayoría de las mazorcas se encontraban prontas a la cosecha; en segundo lugar el período evaluado (época relativamente seca) no es el más apropiado para estudiar infección de la enfermedad, ya que aunque se produjo una cosecha, ésta no es la más importante. Aranzazu (1982) evaluando diferentes frecuencias de remoción de frutos encontró que en la época relativamente

seca no existían diferencias en la incidencia de monilia, mientras que en la época lluviosa sí.

La incidencia de monilia disminuyó entre diciembre y febrero. Esto era lo esperado, debido a que, en ese período la mayoría de los frutos se encuentran sazones y su desarrollo fisiológico dificulta el avance intracelular del hongo (Porrás, 1983). Con la formación de nuevos frutos en febrero, los niveles de incidencia aumentaron sensiblemente porque los frutos tiernos son muy susceptibles. El descenso de la incidencia a finales de abril, quizá refleja el hecho que los frutos ya están próximos a la primera cosecha de la zona. La interpretación de los altos niveles de incidencia al final de mayo solo será posible con un período más largo de observación, aunque se esperaba una disminución de la incidencia.

El manejo diferencial de las especies de sombra pretendía lograr un dosel similar y homogéneo a lo largo del tiempo. Es posible que aunque hubiesen diferencias entre los tratamientos de sombra en cuanto a temperatura y humedad relativa, probablemente esas diferencias están dentro de los límites de requerimientos ecológicos del patógeno. Jaramillo (1983) estudiando el efecto *in vitro* de la temperatura en la germinación de esporas de monilia observó que estas pueden germinar desde los 20 hasta los 35 °C, aunque su mejor germinación se realiza a los 23 °C, lo cual deja ver el amplio ámbito de adaptación del hongo.

Bajo la sombra de poró se presentaron las mayores poblaciones de esporas, razón por la cual se podría esperar una mayor incidencia bajo ésta sombra. Sin embargo no fue así, debido a que la diseminación requiere determinadas condiciones meteorológicas, y el proceso de infección otras. El viento por ejemplo, promueve la diseminación de las esporas, pero también, pudo haber secado más rápidamente las mazorcas en el tratamiento de poró, evitando la penetración del tubo germinativo de la espóra (Agrios, 1987). Otra razón para que las poblaciones de esporas de poró no se tradujeran

en una alta incidencia pudo haber sido que las esporas no fueran viables. Al existir un ambiente tan abierto y seco las esporas pueden ser afectadas por los rayos solares y no germinar, ya que las paredes de las esporas son delgadas, especialmente las hialinas dañándose con facilidad (Hirst, 1959).

Los registros de incidencia de monilia del experimento fueron muy similares a nivel de los cruces interclonales. Esto se debió a que los criterios de selección de los cruces se realizó para otros propósitos, y no para resistencia a monilia (Phillips, 1993). La reducción del nivel de enfermedad probablemente obedece al control cultural (eliminación semanal de las mazorcas enfermas) en el período de estudio.

Las correlaciones entre la cantidad de esporas y la incidencia de monilia bajo las diferentes sombras fue muy variable. La variabilidad podría ser explicable por el hecho de que el proceso de infección se realiza en períodos cortos de tiempo. Las correlaciones incluyeron datos de promedios de períodos largos que no tienen necesariamente que correlacionarse con la incidencia, ya que la monilia se produce bajo ciertas condiciones definidas.

Basta tener un día con suficiente precipitación, baja temperatura y una humedad relativa alta para que las esporas puedan germinar y penetrar las mazorcas de cacao. Aunque no se presenten más las condiciones meteorológicas en largo tiempo, cuando el hongo ha penetrado, es capaz de desarrollarse dentro de la mazorca. Una lluvia mayor a 4 mm diarios es capaz de mojar el follaje y por tanto saturar el ambiente de humedad. Es por eso que, aunque el porcentaje de días secos en la evaluación fue bastante alto (Figura 3A), siempre hubo suficientes días con lluvia y lo suficientemente alternada con días secos, capaz de producir un ambiente adecuado (Figura 4A) en cuanto a temperatura y humedad relativa para el desarrollo de la infección.

6 CONCLUSIONES

1. Aunque no se pueda asignar un nivel de probabilidad, existen diferencias en la temperatura y humedad relativa a lo largo del día y a lo largo del tiempo bajo las sombras estudiadas.

2. La relación existente entre la temperatura y el movimiento de esporas indica que su liberación se realiza después de los 29°C , lo cual corresponde aproximadamente a las 10 de la mañana.

3. La relación existente entre la humedad relativa y el movimiento de esporas indica que la liberación se realiza entre los 71 y 74% de humedad relativa, que en las condiciones del estudio corresponden al período entre las 10 de la mañana y las 2 de la tarde aproximadamente.

4. La cantidad de esporas de monilia encontradas bajo la sombra de poró, a lo largo del día, fue mayor comparada con las sombras de madero y guaba.

5. Bajo la sombra del poró se encontraron las mayores poblaciones de esporas de diciembre hasta finales de abril, posteriormente no hubo diferencias.

6. No se encontraron diferencias en la incidencia de monilia a nivel de las sombras leguminosas estudiadas.

7. No existen diferencias en la incidencia de monilia a nivel de los cruces interclonales de cacao evaluados.

8. El número de esporas de monilia presentes bajo la sombra de poró correlacionó bien con la incidencia de monilia 15 días después.

7. RECOMENDACIONES

1. Al realizar nuevas investigaciones para evaluar las diferencias en el microclima bajo las especies de sombra. Se deben incluir un mayor número de sitios de medición en un mismo tratamiento de sombra. De esta forma se podrá tener más control sobre las variaciones dentro de sombras.

2. Se debería realizar análisis económicos para observar la estabilidad de los sistemas de sombra. ya que, todos los sistemas son muy subsidiados. Especialmente de mano de obra, la que es relativamente cara en Talamanca.

3. Dado que los niveles de incidencia fueron similares en las diferentes sombras, se debería explorar mayores densidades, o bien reducir el manejo. Obteniéndose de esta forma tratamientos más extremos, y/o costos diferentes.

4. Con base en las condiciones en que se realizó este estudio, se recomienda utilizar sistemas agroforestales con cacao utilizando sombras de madero negro y guaba.

5. Al momento de realizar estudios con cultivos perennes se debería considerar períodos más largos, mínimo de un año, para tener una visión completa de la fenología de los diferentes componentes del sistema.

8. BIBLIOGRAFIA

- AGRIOS, G. 1987. Fitopatología. Editorial LIMUSA. Mexico 755 p.
- ALVIM, P. de T. 1958. Ecología del cacao. Turrialba (Costa Rica) IICA. mimeografiado. 11p. IICA.
- ARANZAZU, F. 1982. La moniliasis del cacao. Instituto Colombiano Agropecuario, ICA. Programa de cacao. Manizales. Colombia. Mimeografiado. 18 p.
- BARROS, R; ROCHA, H.M. 1974. Estudo comparativo do ponto de compensação do luz do cacauero e de plantas utilizadas no seu sombreamento. Centro de pesquisas do cacao, Itabuna, Bahia Brasil. Informe Técnico 1974. p 32-37.
- BARROS, O. 1981. Avances en la represión de la moniliasis del cacao. In Conferencia Internacional de Investigaciones en cacao. 8ª Cartagena 1981. Resúmenes Bogotá Colombia. 1981. 401-405 pp.
- BRENES, O.E. Evolución de la resistencia a *Monilia rozeri* y su relación con algunas características morfológicas del fruto de cultivares de cacao (*Theobroma cacao* L.). Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, UCR-CATIE, 1983. 60 p.
- CAMPOS, L. F. 1988. Estudio sobre la Epidemiología de la moniliasis del cacao causada por *Moniliophthora rozeri*. Tesis. Ingeniería Agronómica con énfasis en fitotecnia. Escuela de Fitotecnia. Facultad de Agronomía. Universidad de Costa Rica.
- CATIE. Memoria anual de CATIE. Dpto Mejoramiento de Cultivos Tropicales. Programa de cacao. 1976. (Mimeografiado).
- CAMPUZANO, H. 1981. Fluctuaciones de población de esporas de *monilia rozeri* y su viabilidad durante un ciclo completo de afección. In Conferencia internacional de investigaciones en cacao, 8ª Cartagena. Resúmenes. Bogota Colombia, FEDECAO. PP425-428.
- _____. 1981. Influencia de la temperatura y la humedad en la germinación de esporas de *Monilia rozeri*. In Conferencia Internacional de investigación en cacao, 8ª, Cartagena. 1981. Resúmenes. Bogota, Colombia, FEDECAO, 1981. 5 p.
- _____. 1976. Fluctuaciones de poblaciones de esporas de *Monilia rozeri* y viabilidad durante un ciclo completo de afección. Noticias fitopatológicas (Colombia) 5(2):107. 1976.
- COMPañIA Nacional de Chocolates, Medellin (Colombia). Manual para el cultivo del cacao. 3ed. Medellin Colombia. 1988. 140p
- DAKWA, j. 1973. Effect of shade on the incidence of black pod. Cocoa Reserch Institute, Tafo (Ghana). Anual Report 1971- 1972. p 78-80.
- DIAZ, J. 1956. Algunas observaciones sobre la incidencia de monilia del cacao en Ecuador. In Conferencia

- Interamericana de Cacao 6ª. Bahía Brasil 1956. p 323-329.
- DOWDING, P. 1986. Water availability, the distribution of fungi and their adaptation to the environment. Symposium of the British Mycological Society. University of Cambridge.
- ENRIQUEZ, G.A. 1985. Curso sobre el cultivo del cacao. ISBN 9977. Turrialba Costa Rica. 239 p. Serie materiales de enseñanza. CATIE n°22.
- EVANS, H.G; STALPERS, J.A; SAMSON, R; BENNY, G. 1978. ON the taxonomy of *Monilia roreri*, an important pathogen of *Theobroma cacao* in south América. canadian Journal of Botany (Can) 56: 2528-253.
- _____. 1981. Pod rot of cacao caused by *Moniliophthora roreri*. Phytopathological papers N° 24. Commonwealth Mycological Institute. Key, Surrey, England. 44p.
- FRY, - W. 1982. 1982. Principles of plant disease management. New York. Academic Press.
- GALINDO, J.J; ENRIQUEZ, G.A. 1984. Estrategias para el combate de la moniliasis del cacao. CATIE. Turrialba, Costa Rica. Mimeografiado 30p.
- GONZALEZ, L. 1981. Efecto de las fuentes de inóculo sobre las posibilidades de combate de la moniliasis del cacao. In Primeras jornadas de investigación. San José Costa Rica, Vicerrectoria de investigación Universidad de Costa Rica. 1981. 28-29 pp.
- HADFIELD, W; VERA BARAHONA, J; CHONG, J; MOTATO, A. 1987. Sombreamiento. Estación experimental tropical de "Pichilingue" Quevedo (Ecuador). Manual de cultivo de cacao. Quevedo Ecuador. p 32-42.
- HANCOCK, k; HARDGREAVES, G. 1977. Precipitación, clima y potencial potencial para la producción agrícola en Costa Rica. Universidad Estado UTAH. mayo 1977.
- HEUVELDOP, J.; Pardo T.; Quirós C.; Espinoza P. 1986. Agroclimatología Tropical. San José, Costa Rica. EUNED. 394 p.
- HIRST, J.M. 1959. Spore liberation and dispersal. In Holton, C.S. Plant pathology, Problems and Progress 1908-1958. Wisconsin, American Phytopathological Society. p 529-537.
- HORSFALL, J; COWLING, E. 1978. Plant disease an advanced treatise. How disease develops in populations. Vol 11. Academic Press. N.Y.
- JARAMILLO, C; ARANZAZU H. 1983. Investigaciones Realizadas 1973-1982. Instituto Colombiano Agropecuario, ICA. División de Agronomía. Programa de cacao y Fitopatología. Mimeografiado. 67 p.
- JENKINS, J.F. 1974. A Comparaison of seasonal changes in deposition of spores of *Erysiphe graminis* on different trapping surfaces. Annual Applied Biology (G.B.) N° 76: 257-267.
- LACEY, J. 1986. Water availability and fungal reproduction: Patterns of production, liberation and dispersal. In. Symposium of the British Mycological Society .

- University of Lancaster. abril 1985. Cambridge University Press. Cambridge Melbourne Sydney. 1986.
- LENMANN, H. 1983. Control de la moniliasis del cacao. Unidad regional de Sanidad Vegetal. MAG. Costa Rica. 1983. Mimeografiado.
- LITTLE, T; HILLS, F.J. 1976. Métodos estadísticos para la investigación en agricultura. Centro Regional de Ayuda Técnica. AID. México. 1976.
- LUJAN, R; 1993. Criterios de poda de sombra en cacao. CATIE-GTZ. Proyecto agroforestal. marzo 1993. Mimeografiado 5 p.
- MADREDO (*Gliricidia sepium* (Jacquin) Kunth ex Walpers) Arbol de uso múltiple en América Central/ Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Turrialba, C.R. :CATIE, 1991. 72 p. 23 cm. (Serie Técnica. Informe Técnico/CATIE; nº 180).
- MORENO, P. 1978. Luz y sombra para cacao. La Lima Colombiano (Colombia). nº 4: 10-15.
- MORENO, P; SANCHEZ, L.J.A. 1990. Poda y regulación de sombra en cacao. Fundación Hondureña de Investigación Agrícola. Serie de tecnología Comunicación y desarrollo. nº7. 19p.
- PHILLIPS, W. 1991. Algunos aspectos fitopatológicos relacionados con la sombra y con cultivos asociados al cacao. (*Theobroma cacao*). In Seminario regional "sombras y cultivos asociados al cacao". Turrialba Costa Rica. CATIE. 1991.
- . 1993. Evaluación de la resistencia de clones de cacao a *Moniliophthora roreri*. In Congreso Nacional de Fitopatología. Costa Rica. 1993. San José.
- PORRAS, V.H. 1982. Epifitología de la moniliasis (*Monilia roreri*) del cacao y la relación con la producción del árbol en la zona de Matina. Tesis de Ing. Agr. San José, Costa Rica. Escuela de Fitotecnia. Facultad de Agronomía. Universidad de Costa Rica. 44p.
- ; Sánchez, J. 1991. Enfermedades del cacao. IICA. Procacao. Fundación Hondureña de Investigación Agrícola. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura.
- RAJA HARUN, R.M. y HARDWICK, T.K. 1987. The effect of prolonged exposure to different light intensities on the photosynthesis of cocoa leaves. In Conference international of cacao, 10ª, 1987, Santo Domingo R.D. Lagos Nigeria Alianza de los países productores de cacao. p 205-209.
- RAM, A; WHEELER, B.J; Y GALINDO J.J. 1987. Compatibilidad de aislamientos de *moniliophthora roreri* en diferentes países. In Reunión de Fitopatología 27ª y Reunión de Fijación biológica de Nitrogeno, FBN, 1ª, Guatemala. 1987. Resúmenes. Guatemala, Instituto de ciencia y tecnología Agrícola, 1987. 54p.
- RICH, P. 1989. A manual for analysis of hemispherical photography. Dept of Biological Sciences, Stanford University, Stanford, CA. 80 p.

- RUSSO, R.O. 1983. Efecto de la poda de *Erythrina poeppigiana* (Walpers) O.F. Cook (poró, sobre la nodulación, la producción de biomasa y contenido de nitrógeno en el suelo en un sistema agroforestal "café'poró". Tesis Mag.Sc. Turrialba, C.R. UCR/CATIE. 108 p.
- SANCHEZ, J. Sombreado del cacao. Fundación hondureña de investigación agrícola. La lima. San Pedro Sula, Honduras. 1988.
- SANTOS, O.M; VIERA D.E. Sombreamiento Definitivo do cacaueiro. Centro de pesquisas do cacau, Itabuna, Brasil. Informe técnico. 1979. Ilhéus, Brasil. 1980. 24p.
- SAS Institut Inc. SAS/STAT. User's guide, Release 6.05 Edition. Cary, NC: SAS Institute Inc, 1988. 1028 p.
- SMITH E.S.C. 1979. The interrelationship between shade and cocoa pest and disease problems in Papua New Guinea. -7^o International cocoa research conference. Douala. pp37-43.
- SCHMITZ, W. 1984. Investigaciones sobre la epidemiología de monilia de cacao (*Theobroma cacao*)L. Efectuado por el hongo *Monilia roreri* en la costa Atlántica de Costa Rica. Universidad "George August" de Göttingen, Facultad de Ciencias Agronómicas. Traducido por: Waltraut Frömberg.
- VAN DER WAL, A. 1978. Moisture as a factor in epidemiology and forecasting. Water deficits and plant growth water and plant disease. Kozłowski, T. Ed.
- WALLER, J.M. The influence of climate on the incidence and severity of some diseases of tropical crops. In Review of plant Pathology. Commonwealth Mycological Institute. Vol 55. 1976. n^o3.
- WIRLEY, E.A. 1971. Shade for cocoa. Planter (Malasia). 1971. v. 47(539) p 54-62.

ANEXO FIGURAS

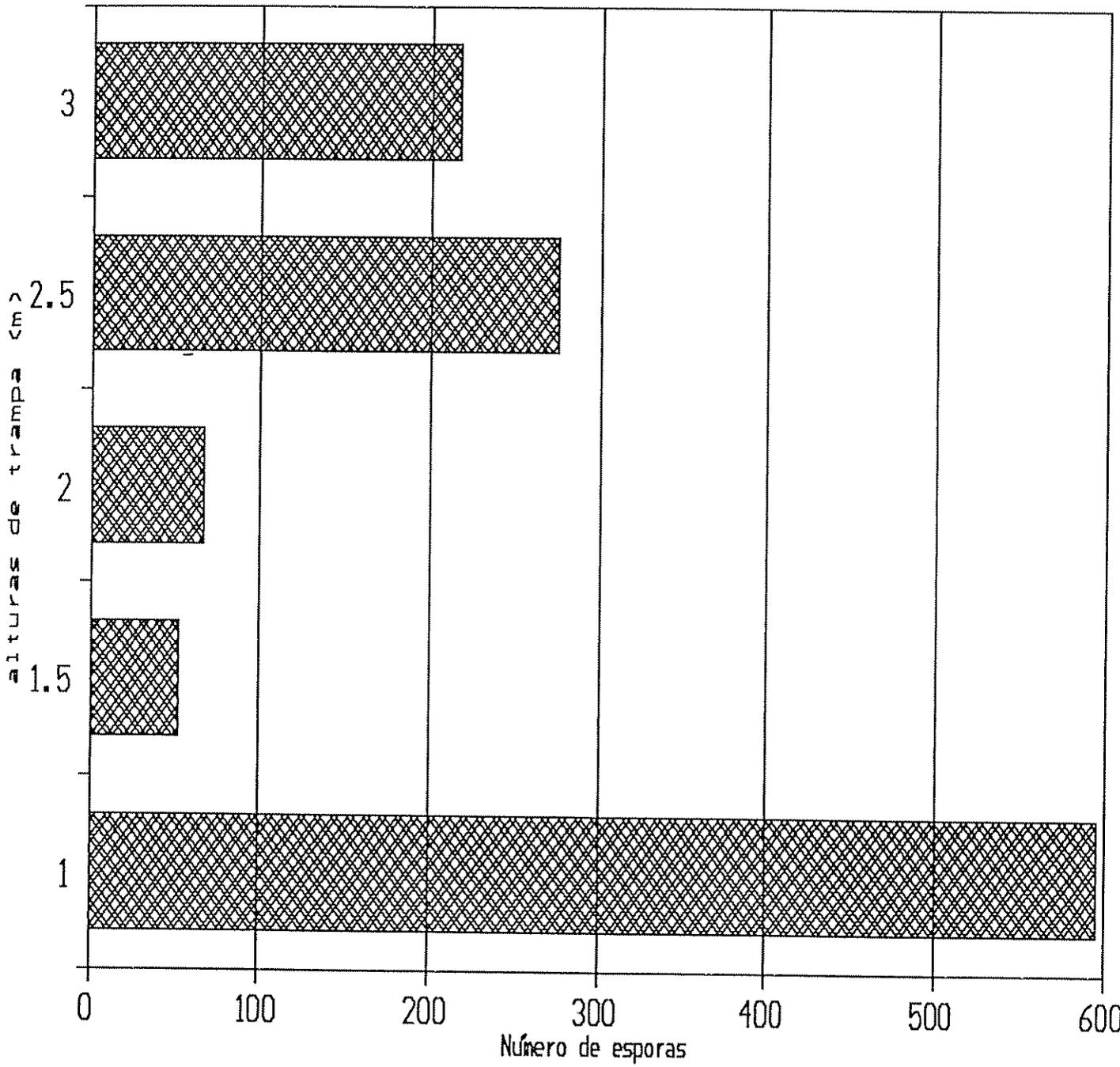


Figura 1A Número promedio de esporas de monilia a diferentes alturas. Talamanca, Costa Rica. 1993.

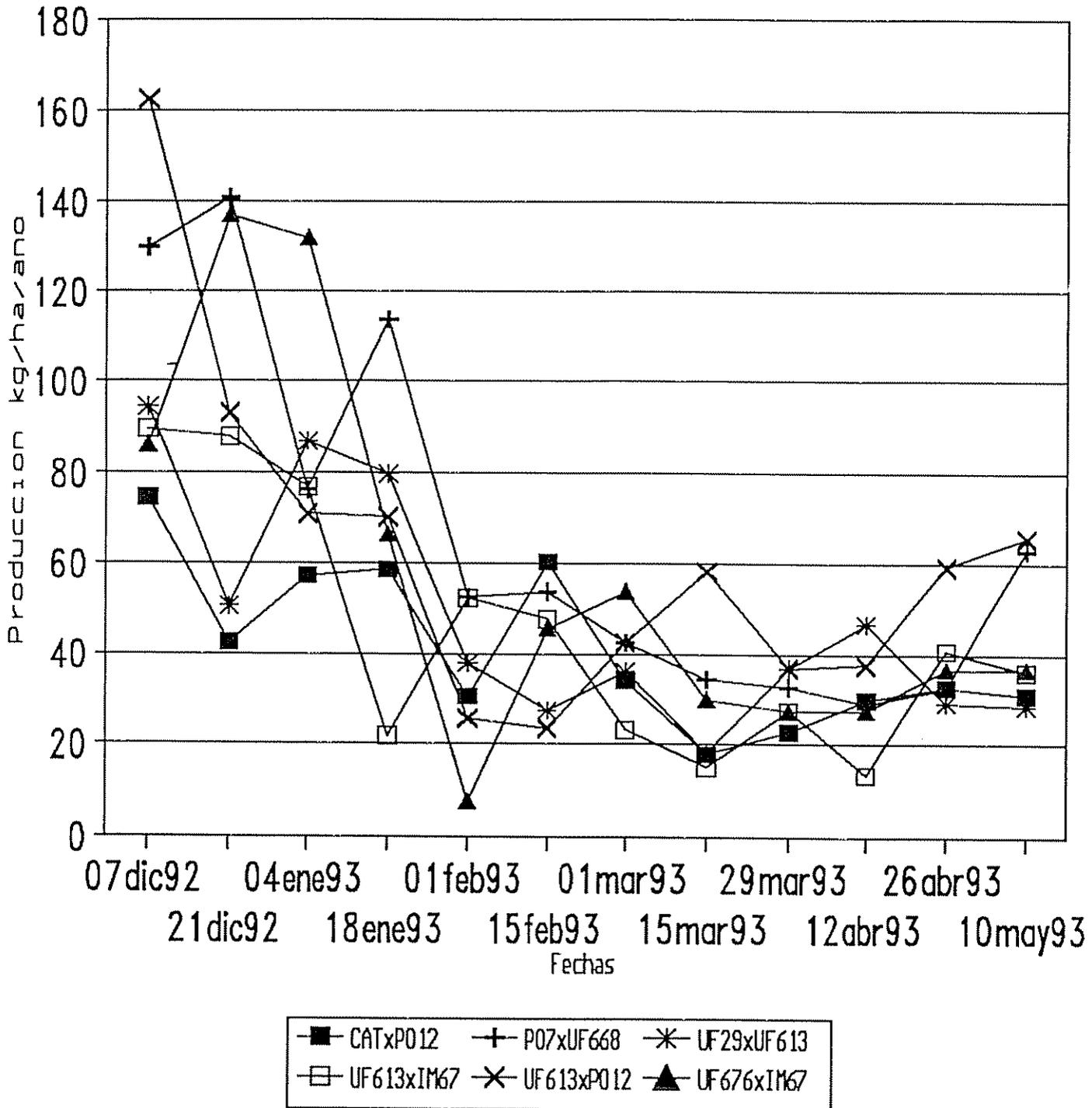


Figura 2A Producción de cacao de diferentes cruces interclonales para el período de diciembre, 1992 a mayo de 1993.

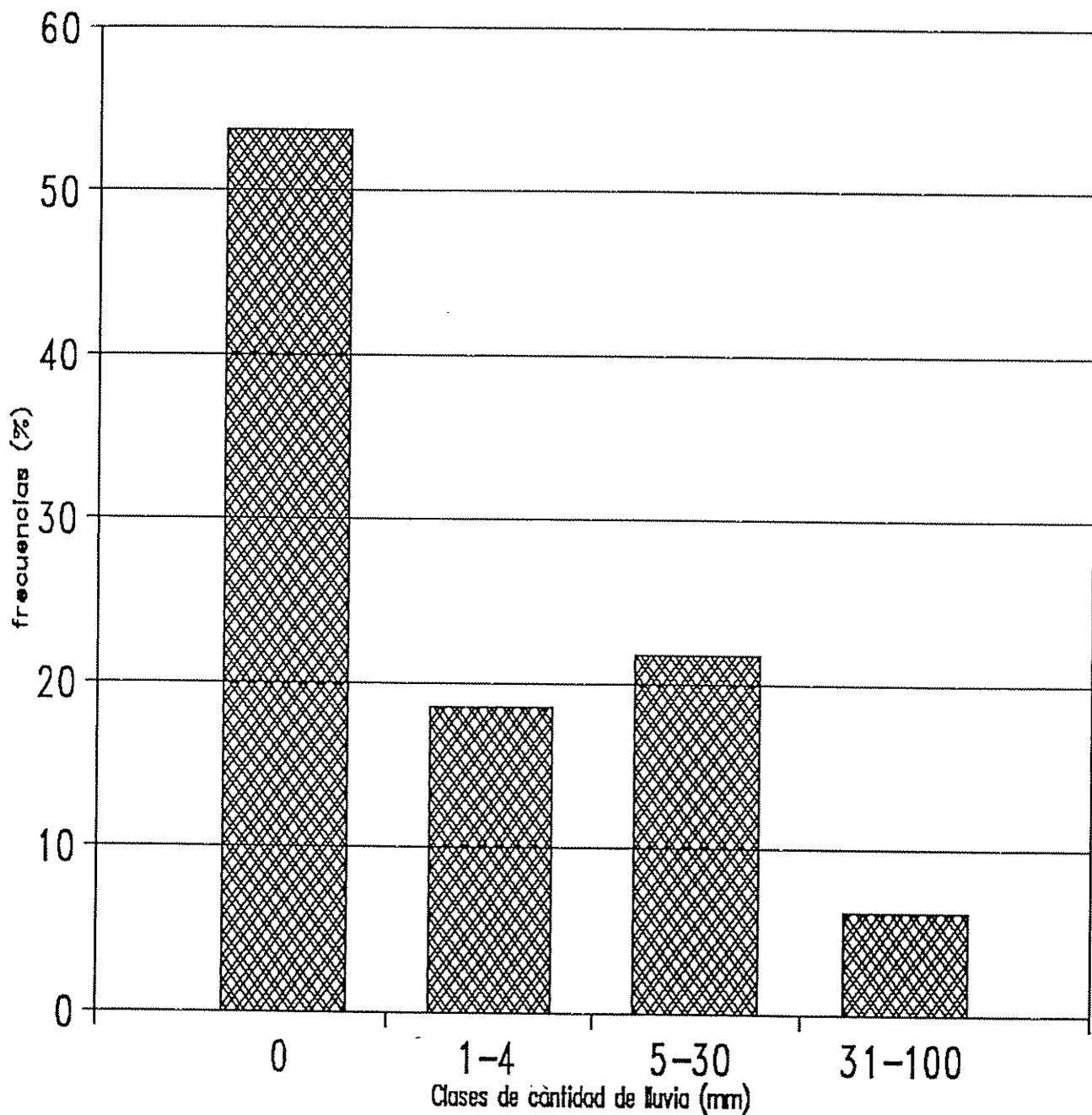


Figura 3A Distribución de Frecuencia de días de lluvia (mm) según las clases n= 179.

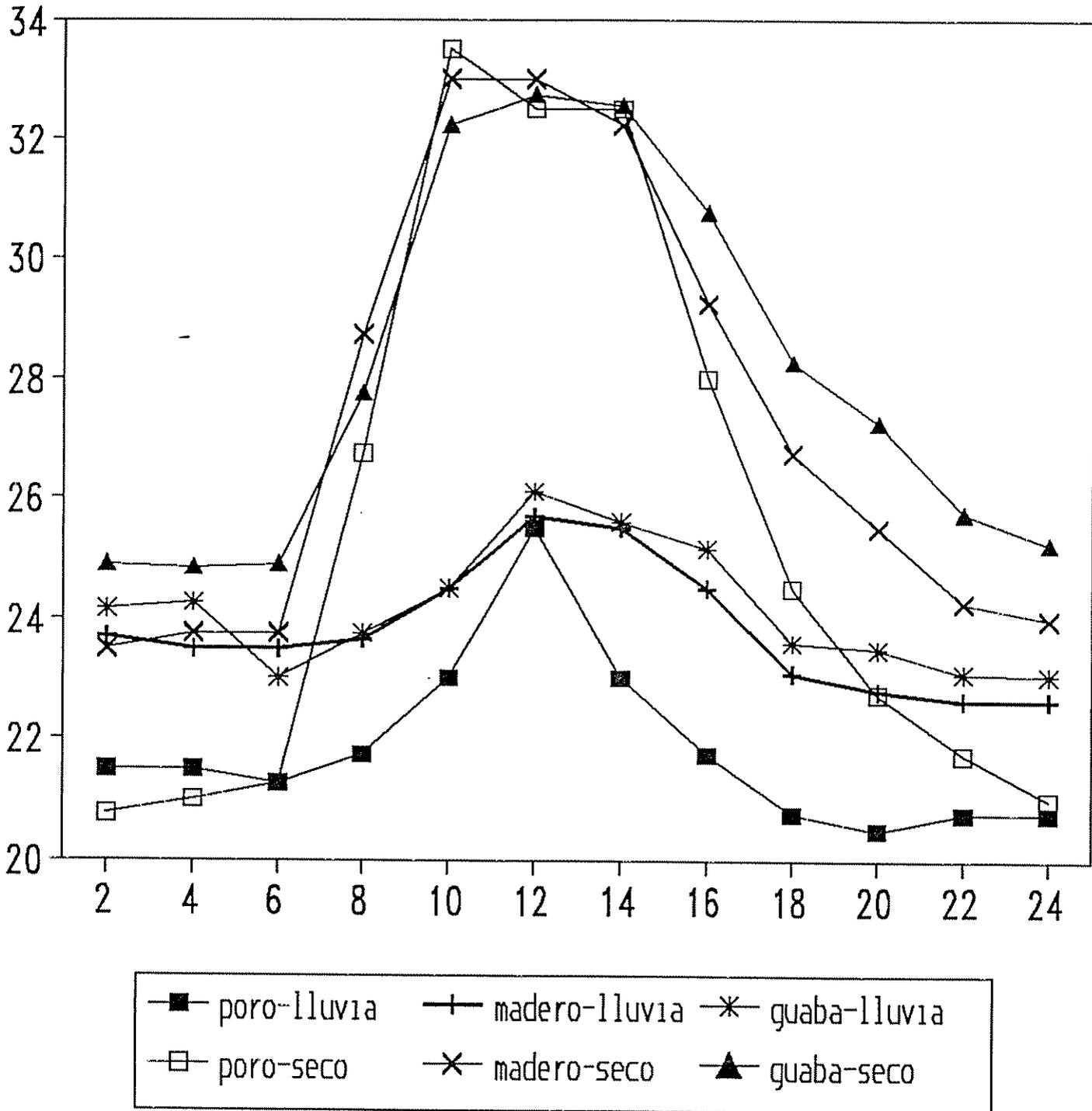


Figura 5A Temperatura promedio a través del día para dos escenarios típicos, seco y lluvioso bajo diferentes clases de sombras leguminosas.

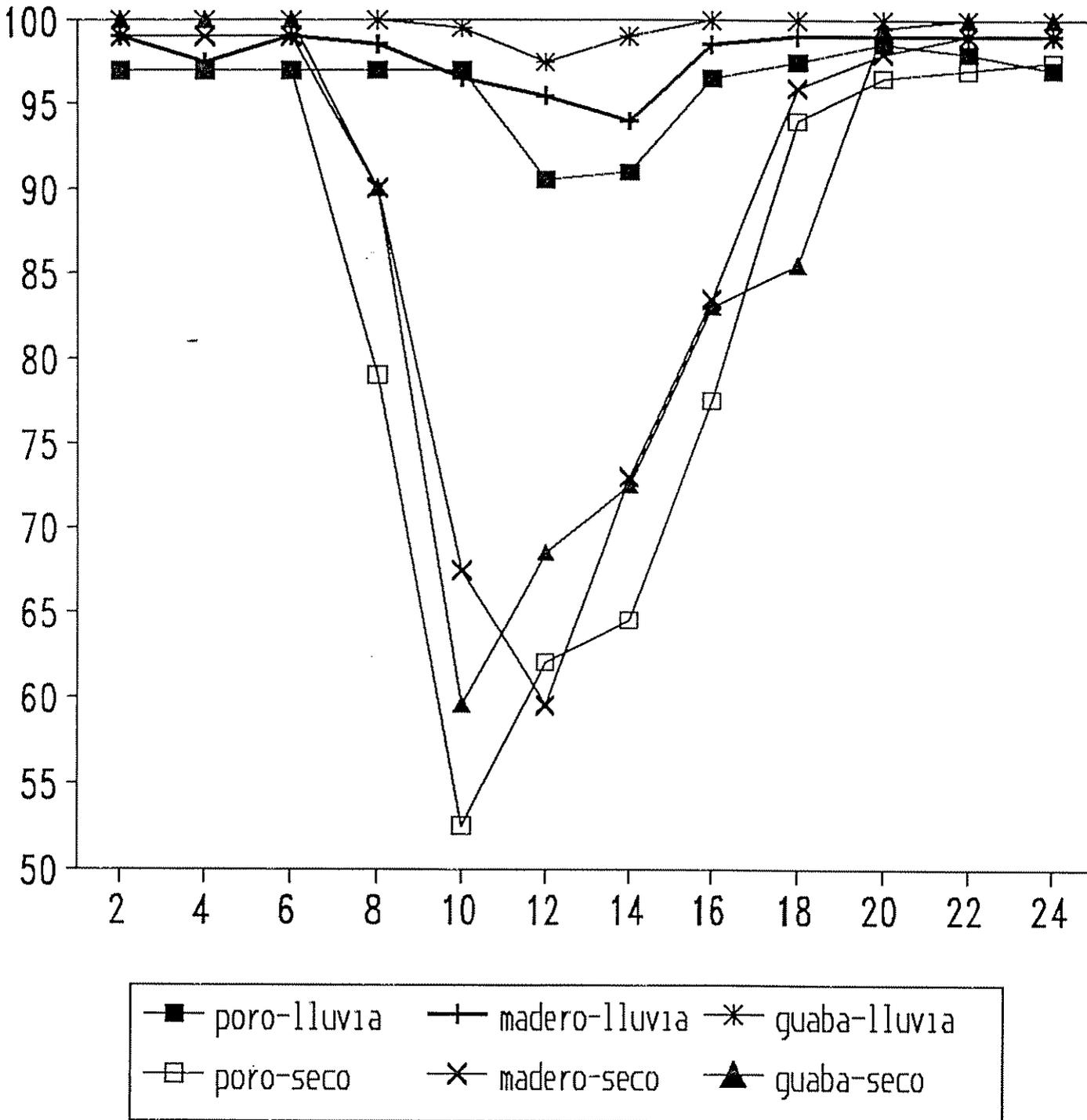


Figura 6A Humedad relativa promedio a través del día para dos escenarios típicos, seco y lluvioso bajo diferentes clases de sombras leguminosas.

ANEXO CUADROS

Cuadro 1A. Características físicas y químicas del suelo del sitio experimental en cada uno de los bloques.

	Bloque 1	Bloque 2	Bloque 3	Unidades
pH-h ₂ O	6.4	6.1	6.3	
Materia Orgánica	2.3	2.1	2.4	%
Nitrógeno	0.16	0.16	0.18	ug/l
Fósforo	30.0	18.1	14.5	ug/ml
Potasio	0.79	0.63	0.53	meq/100
Calcio	15.50	16.31	18.33	cmol/kg
Magnesio	3.93	3.96	4.18	cmol/kg
Acidez Extraíble	0.10	0.15	0.15	cmol/kg
Cobre	8.5	9.6	9.6	ug/ml
Zinc	1.34	1.60	1.48	ug/ml
Manganeso	12.1	12.1	13.8	ug/ml

Cuadro 2A Prueba de Autocorrelación en series de tiempo para humedad relativa y temperatura.

Modelo: MODELO 1

Variable Dependiente : TEMPERATURA

Análisis de Varianza					
fuelle	Gl	Suma de cuadrados	Cuadrado medios	F Valor	Prob>F
Modelo	1	10.46077	10.46077	10.825	0.0026
Error	30	28.99014	0.96634		
C Total	31	39.45091			
Raíz CME		0.98302	R-cuadra	0.2652	
Media ajust C.V.		25.68032	R Cuad-ajst	0.2407	

Parámetro Estimado

Variable	GL	Parámetro Estimado	Standard Error	T para H0: Parámetro=0	Prob > T
INTERCEPTO	1	24.305108	0.45266241	53.694	0.0001
PERIODO	1	0.171902	0.05224719	3.290	0.0026

Valor prueba Durbin-Watson D 0.911
 (para Numero de Obs.) 32
 Autocorrelación 1er Orden 0.528

Modelo: MODELO 2

Variable Dependiente: Humedad Relativa

Análisis de Varianza					
Fuente	GL	Suma de cuadrados	cuadrados medios	F Valor	Prob>F
Modelo	1	8.32916	8.32916	0.669	0.4198
Error	30	373.38632	12.44621		
C Total	31	381.71548			
Raíz MSE		3.52792	R-cuadra	0.0218	
medis ajustada C.V.		89.94690	R cuad-ajust	-0.0108	

Continuación Cuadro 2A

Parámetros Estimados

Variable	GL	Parámetro Estimados	Standard Error	T para H0: Parámetro=0	Prob > T
INTERCEPTO	1	88.719775	1.62453268	54.612	0.0001
PERIODO	1	0.153391	0.18750676	0.818	0.4198
Valor prueba Durbin-Watson D (para número de obs.)				1.728	32
Autocorrelación 1er Orden				0.109	

Nota de la prueba Durbin-Watson:

Cuando la correlación es hecha sobre datos de series de tiempo, los errores podrían no ser independientes. Usualmente los errores son auto correlacionables, esto es que cada error tiene relación con el error inmediatamente anterior a él. La prueba Durbin-Watson provee un estadístico para probar que la correlación es 0.

$$d = \frac{\sum_{i=1}^n (e_i - e_{i-1})^2}{\sum_{i=1}^n e_i^2}$$

El valor de d es cercano a 2, si los errores no son correlacionados.

Cuadro 3A Análisis de correlación y pruebas de T student para la humedad relativa bajo diferentes sombras leguminosas.

ANALISIS CORRELACION

3 'VAR' Variables: PORO MADERO GUABA

Coefficientes de correlación de Pearson / Prob > |R| bajo Ho: Rho=0 / N = 11

	PORO	MADERO	GUABA
PORO	1.00000 0.0		
MADERO	0.84584 0.0010	1.00000 0.0	
GUABA	0.83035 0.0016	0.91992 0.0001	1.00000 0.0

PRUEBAS T STUDENT

	PORO	MADERO	GUABA
PORO	-	0.3676	0.0816
MADERO	-	-	0.4006
GUABA	-	-	-

Cuadro 4A Análisis de varianza para la variable
Log(esporas) quincenales bajo diferentes sombras
y períodos.

Procedimiento general de modelos lineales

Variable Dependiente: LESPO

Fuente	gl	Tipo I SS	Cuad Medio	Valor F	Pr > F
REPETICIONES	2	0.09257815	0.04628907	0.71	0.4928
SOMBRAS	2	8.27715038	4.13857519	63.36	0.0001
REPET*SOMBRA	4	0.05400288	0.01350072	0.21	0.9347
FECHAS	11	95.85951012	8.71450092	133.41	0.0001
SOMBRA*FECHA	22	3.09372332	0.14062379	2.15	0.0019

Prueba de hipótesis usando el Tipo I CM
para REPET*SOMBRA como error

Fuente	Gl	Tipo I SS	Cuad Medio	Valor F	Pr > F
REPET	2	0.09257815	0.04628907	3.43	0.1357
SOMBRA	2	8.27715038	4.13857519	306.54	0.0001

Cuadro 5A Análisis de varianza de la variable
Log10(esporas) para sombras, bloques y
diferentes horas de muestreo.

Procedimiento general de modelos lineales

Variable Dependiente: LESPO

Fuente	Gl	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Valor F	Pr > F
Modelo	26	10.46057760	0.40232991	9.49	0.0001
Error	117	4.95865402	0.04238166		
Total Corregido	143		15.41923162		
R-Cuadrado	C.V.	Raíz CME	Promedio LESPO		
0.678411	42.41033	0.205868	0.48541965		

Procedimiento general de modelos lineales

Variable Dependiente: LESPO

Fuente	GL	Tipo I SS	Cuad Medio	Valor F	Pr > F
BLOQUE	5	2.12905153	0.42581031	10.05	0.0001
SOMBRA	2	1.12233334	0.56116667	13.24	0.0001
BLOQUE*SOMBRA	10	0.17722820	0.01772282	0.42	0.9355
HORA	3	6.20645082	2.06881694	48.81	0.0001
SOMBRA*HORA	6	0.82551371	0.13758562	3.25	0.0055

Prueba de hipótesis usando el Tipo III CM
para BLOQUE*SOMBRA como error

Fuente	GL	Tipo III SS	Cuad Medio	F Valor	Pr > F
BLOQUE	5	2.12905153	0.42581031	24.03	0.0001
SOMBRA	2	1.12233334	0.56116667	31.66	0.0001

Cuadro 5A Continuación

Procedimiento general de modelos lineales
Prueba de Rango múltiple para la variable: LESPO

Alpha= 0.05 gl= 10 CME= 0.017723

Número de promedios	2	3
Rango crítico	.0604	.0632

Promedios con la misma letra no son estadísticamente diferentes.

Agrupamiento de Duncan	Promedio	N	SOMBRA
A	0.6076	48	PORO
B	0.4467	48	MADERO
B	0.4020	48	GUABA

Procedimiento de modelos lineales

Prueba del rango estudentizado de Tukey
(HSD) para variable: LESPO

Alpha= 0.05 GL= 117 MSE= 0.042382
Valor crítico del rango estudentizado = 3.686
Diferencia significativa mínima= 0.1265

Promedios con la misma letra no son significativamente diferentes.

Agrupamiento de Tukey	Promedio	N	HORA
A	0.7221	36	ONCE
A	0.6581	36	OCHO
B	0.3180	36	DOS
B	0.2434	36	CINCO

Cuadro 6A Análisis de Varianza para la incidencia de monilia bajo tres sombras leguminosas, cruces interclonales y tiempo.

Procedimiento general de modelos lineales

Variable Dependiente: INCIDENG

Fuente	Gl	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Valor F	Pr > F
Modelo	249	316636.862	1271.633	1.86	0.0001
Error	1254	856664.597	683.145		
Total Corregido	1503	1173301.4601			
R-Cuadrado	C.V.	Raíz CME	Promedio INCIDENG		
0.269868	206.4053	26.137053	12.66297556		

Procedimiento general de modelos lineales

Variable Dependiente: INCIDENG

Fuente	GL	Tipo I SS	Cuad Medio	Valor F	Pr > F
BLOQUE	2	17681.875	8840.937	12.94	0.0001
SOMBRA	2	8780.2947	4390.147	6.43	0.0017
BLOQUE*SOMBRA	4	8173.7043	2043.426	2.99	0.0180
CRUCE	5	6456.0122	1291.202	1.89	0.0932
SOMBRA*CRUCE	10	8500.8526	850.0852	1.24	0.2578
BLOQUE*CRUCE(SOMBR)	30	34134.817	1137.827	1.67	0.0138
FECHA	11	56568.255	5142.568	7.53	0.0001
SOMBRA*FECHA	22	45024.393	2046.563	3.00	0.0001
CRUCE*FECHA	55	36337.333	660.678	0.97	0.5442
SOMBRA*CRUCE*FECHA	108	94979.323	879.438	1.29	0.0298

Prueba de hipótesis usando el tipo I CM para Bloque*sombra como error.

Fuente	GL	Tipo I SS	Cuad Medio	Valor F	Pr > F
BLOQUE	2	17681.875920	8840.937960	4.33	0.0999
SOMBRA	2	8780.2947616	4390.147380	2.15	0.2324

Prueba de hipótesis usando el tipo I ms para Bloque*cruce(sombra) como error.

Fuente	GL	Tipo I SS	Cuad Medio	Valor F	Pr > F
Cruce	5	6456.012269	1291.202453	1.13	0.3637
Sombra*cruce	10	8500.852660	850.0852660	0.75	0.6758

Cuadro 7A Incidencia de monilia en diferentes cruces interclonales de cacao bajo diferentes sombras leguminosas a través del tiempo.

<i>Erythrina poepiggiana</i>						
cruces interclonales						
fecha	1	2	3	4	5	6
07dic92	15.63	17.74	0.00	13.89	7.27	4.44
21dic92	12.00	18.52	12.50	5.00	26.32	5.66
04ene93	9.52	3.23	15.79	10.00	4.17	2.78
18ene92	0.00	4.44	0.00	4.55	4.00	2.38
01feb93	0.00	13.33	0.00	9.09	2.63	16.67
15feb93	3.23	12.50	5.56	0.00	0.00	0.00
01mar93	0.00	5.88	0.00	28.57	21.05	0.00
15mar93	0.00	0.00	18.18	0.00	8.82	18.75
29mar93	0.00	20.00	0.00	18.75	33.33	0.00
12abr93	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	10.00
26abr93	0.00	33.33	0.00	6.67	9.09	5.00
10may93	100.00	40.00	50.00	40.00	41.18	23.53

<i>Gliricidia sepium</i>						
cruces interclonales						
	1	2	3	4	5	6
07dic92	10.91	18.57	10.17	13.46	3.45	3.33
21dic92	0.00	2.38	7.69	4.44	6.25	4.00
04ene93	5.56	14.29	2.44	15.00	12.50	4.00
18ene92	0.00	0.00	0.00	0.00	11.36	14.29
01feb93	28.57	0.00	26.92	5.13	5.26	69.23
15feb93	8.70	7.69	21.43	7.41	30.00	5.00
01mar93	28.57	18.52	26.92	23.53	37.50	31.58
15mar93	75.00	26.32	0.00	16.67	8.77	16.67
29mar93	31.58	34.78	0.00	3.45	30.00	26.32
12abr93	40.00	22.22	5.56	100.00	11.76	0.00
26abr93	0.00	0.00	11.76	6.67	0.00	14.29
10may93	15.00	12.12	50.00	27.78	21.43	36.84

Continuación del Cuadro 7A

	<i>Inga edulis</i>					
	cruces interclonales					
	1	2	3	4	5	6
07dic92	2.86	3.57	8.57	4.00	0.00	0.00
21dic92	0.00	4.76	6.25	3.57	0.00	6.67
04ene93	0.00	5.88	8.00	0.00	14.81	0.00
18ene92	5.26	2.56	0.00	0.00	4.55	0.00
01feb93	0.00	0.00	62.50	22.22	0.00	0.00
15feb93	0.00	0.00	0.00	22.22	22.22	33.33
01mar93	0.00	14.29	0.00	46.15	0.00	12.50
15mar93	0.00	12.50	0.00	57.14	17.31	100.00
29mar93	7.69	16.67	4.35	35.48	9.68	12.50
12abr93	0.00	13.33	12.50	15.38	0.00	10.00
26abr93	4.76	0.00	66.67	0.00	3.70	0.00
10may93	19.05	27.27	18.18	0.00	23.53	33.33

1=CATONGO X POUND12

2=POUND7 X UF668

3=UF29 X UF613

4=UF613 X IMC67

5=UF613 X POUND12

6=UF676 X IMC67

Cuadro 8A Precipitación mensual durante el periodo de evaluaciones de monilia.

día	diciembre	enero	febrero	marzo	abril	mayo
1	0.0	0.7	60.0	9.0	0.0	0.0
2	2.5	0.0	17.5	0.0	0.0	0.0
3	11.5	0.0	25.0	0.0	0.0	0.0
4	11.5	0.0	15.0	0.0	0.0	3.3
5	10.1	7.0	0.0	0.0	7.6	0.0
6	0.4	0.0	0.0	0.0	6.6	0.0
7	0.0	2.8	0.0	0.0	2.2	0.0
8	0.1	0.0	24.0	0.0	0.0	0.0
9	5.2	3.8	0.2	0.0	0.0	3.4
10	5.4	0.0	0.0	0.0	0.0	3.6
11	2.2	0.0	0.0	0.0	0.3	11.5
12	0.0	0.0	0.0	0.0	23.5	3.0
13	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	62.0
14	0.0	8.1	0.0	102.0	0.0	2.4
15	0.0	0.9	0.0	57.0	0.0	1.5
16	0.0	0.2	0.0	54.0	0.0	0.0
17	0.0	3.0	0.0	17.5	0.0	3.6
18	39.4	0.0	0.0	3.0	0.0	0.0
19	0.0	10.0	9.2	0.0	0.0	8.8
20	0.0	17.5	6.4	31.0	0.0	4.8
21	0.0	4.4	0.0	0.0	0.0	3.1
23	0.8	3.6	0.0	0.0	6.4	0.0
24	23.5	8.0	0.0	9.2	39.0	2.2
25	11.5	1.2	0.0	0.3	0.3	0.0
26	89.9	0.0	0.0	0.0	5.6	0.0
27	72.4	3.1	0.0	0.0	0.0	7.0
28	22.2	45.0	0.0	0.0	0.0	6.8
29	21.2	0.8		0.0	0.0	0.7
30	8.7	0.0		9.2	6.8	1.6
31	0.0	22.5		0.0		

Cuadro 9A Análisis de correlacion entre las esporas de monilia y la precipitación de una semana dos meses atras en las diferentes sombras y total

Estadísticas simples

Variable	N	Promedio	Desv st	Suma	Minimo	Maximo
PORO	12	56.50	96.619	678.0	13.00	359.00
MADERO	12	47.50	96.257	570.0	5.00	349.09
GUABA	12	65.25	144.046	783.0	6.00	509.00
TOTAL	12	169.25	336.295	2031	25.00	1217
LLUVIA	12	47.30	69.634	567.70	0	249.40

ANALISIS DE CORRELACION

5 Variables: PORO MADERO GUABA TOTAL LLUVIA

Coefficiente correlacion Pearson/ Prob > |R| bajo Ho: Rho=0 / N = 12

	PORO	MADERO	GUABA	TOTAL	LLUVIA
LLUVIA	-0.26673	-0.24805	-0.25696	-0.25770	1.00000
	0.4020	0.4369	0.4201	0.4187	0.0

ANALISIS DE CORRELACION

LLUVIA-ESPORAS PARA EL MISMO PERIODO DE LA MEDICION

Coefficiente de correlación de Pearson / Prob > |R| bajo Ho: Rho=0 / N = 12

	ESPORAS	LLUVIA
ESPORAS		-0.25770 0.4187
LLUVIA	-0.25770 0.4187	

Cuadro 10A Niveles de resistencia a enfermedades de Clones de cacao utilizados ensayo de sombras leguminosas en Talamanca.

Clon	E n f e r m e d a d e s			
	Phytophthora (1)	Ceratocystis (1)	monilia (2)	monilia (3)
CATONGO	R	ND	S	MR
POUND 12	ND	R	S	S
POUND 7	R	ND	S	S
IMC 67	R	R	S	S
UF 29	R	R	S	MS
UF613	R	R	MS	MR
UF 676	ND	ND	MS	ND
UF668	ND	ND	S	S
EET400	ND	R	S	MR
SCA 12	ND	ND	S	MS

R= Resistente
 MR= Moderadamente resistente
 MS= Moderadamente susceptible
 S= Susceptible
 ND= No determinado

- (1) Enríquez, (1985).
 (2) Phillips, (1993).
 (3) CATIE, (1976).

Cuadro 11A Análisis de correlación entre las esporas de monilia y la incidencia de 15, 30, 45, y 60 días después en las diferentes sombras y total

ANALISIS DE CORRELACION
15 días después

Coefficiente de Correlacion de Pearson
/ Prob > |R| bajo Ho: Rho=0 / N = 11

	ESPORO	ESPMAD	ESPGUAB	ESPOTO
INCPORO	0.89834 0.0002	-	-	-
INCMAD	-	0.43034 0.1864	-	-
INCGUAB	-	-	0.40834 0.2125	-
INCTOT	-	-	-	0.65189 0.0297

ANALISIS DE CORRELACION
30 días después

Coefficiente de Correlacion de Pearson
/ Prob > |R| bajo Ho: Rho=0 / N = 10

	ESPORO	ESPMAD	ESPGUAB	ESPOTO
INCPORO	0.12291 0.7352	-	-	-
INCMAD	-	0.17768 0.6234	-	-
INCGUAB	-	-	0.48555 0.1548	-
INCTOT	-	-	-	0.32041 0.3667

Continuación Cuadro 11A.

ANALISIS DE CORRELACION
45 días después

Coefficiente de Correlacion de Pearson
/ Prob > |R| bajo Ho: Rho=0 / N = 9

	INPORO	INCMAD E	INCGUAB	INCTOT
ESPORO	-0.10647 0.7851	-	-	-
ESPMAD E -	-	0.71898 0.0290	-	-
ESPGUAB	-	-	0.30689 0.4218	-
ESPTOT	-	-	-	0.48884 0.1818

ANALISIS DE CORRELACION
60 días después

Coefficiente de Correlacion de Pearson
/ Prob > |R| bajo Ho: Rho=0 / N = 8

	INCPORO	INCMAD E	INCGUAB	INCTOT
ESPORO	-0.52878 0.1778	-	-	-
ESPMAD E	-	0.15784 0.7089	-	-
ESPGUAB	-	-	0.38427 0.3473	-
ESPTOT	-	-	-	0.06715 0.8745

Cuadro 12A. Análisis de correlación entre lluvia de una semana 60, 52, 47, 42 días atrás y la incidencia quincenal de monilia.

ANALISIS DE CORRELACION

8 'VAR' Variables: LLU60 LLU52 LLU47 LLU42 INCPO
INCMA INCGU INCTOT

Estadísticas Simples

Variable	N	Promedio	Desv Std	Suma
LLU60	12	50.08333	72.45746	601.00000
LLU52	12	36.91667	29.62940	443.00000
LLU47	12	45.66667	69.67370	548.00000
LLU42	12	40.16667	68.19202	482.00000
INCPO	12	12.33333	12.71601	148.00000
INCMA	12	13.91667	7.59735	167.00000
INCGU	12	9.25000	5.70685	111.00000
INCTOT	12	11.41667	6.94731	137.00000

ANALISIS DE CORRELACION

Coefficiente de Correlación de Pearson / Prob > |R|
bajo Ho: Rho=0 / N = 12

	INCPO	INCMA	INCGU	INCTOT
LLU60	-0.19046 0.5532	-0.12384 0.7014	0.05293 0.8702	-0.13209 0.6824
LLU52	-0.17123 0.5947	-0.44629 0.1459	-0.24825 0.4366	-0.32884 0.2966
LLU47	-0.20847 0.5156	-0.24410 0.4445	-0.11752 0.7161	-0.22750 0.4770
LLU42	-0.16708 0.6038	-0.00804 0.9802	0.16084 0.6175	-0.00764 0.9812

APENDICE 1. REVISION DE LITERATURA

1 Revisión de literatura

a) Viento como diseminador de monilia

Es el factor más importante en la diseminación. La distancia recorrida de las esporas depende principalmente de la velocidad del viento, se han capturado conidios hasta 100 m de la fuente de inóculo (Campos, 1988). Generalmente las esporas de monilia son esparcidas horizontal y verticalmente. Como las esporas de monilia tienen un diámetro promedio de 10 μ m éstas son llevadas lejos del suelo, en una proporción del 15 %, para luego ser depositadas por las gotas de lluvia (Lacey, 1986).

b) Luminosidad

La influencia de la luz sobre el desarrollo de las enfermedades, en particular en condiciones naturales, tiene una menor importancia que la temperatura o la humedad; sin embargo, en algunos casos se ha observado que la luz puede erradicar patógenos expuestos al sol en los frutos, ya que la temperatura es mucho mayor que en el aire (Horsfall, 1978). No obstante, dependiendo de la cantidad de follaje existente en el árbol de sombra, se puede producir un efecto en la temperatura a nivel del micro ambiente dentro del cacaotal (Agrios, 1987).

c) Especies de sombra en cacao.

Existe una gran cantidad de especies recomendadas y/o utilizadas como sombra para cacao. Sin embargo, la lista se reduce cuando se menciona la poda como una de las características deseables de las sombras. Los árboles más utilizados son: 1) Poró (*E. Poeppigiana*) originario de sur América, árbol de rápido crecimiento, fuste limpio, sus ramas y fuste presentan espinas. Es un árbol de abundante follaje durante todo el año, por tanto, produce abundante sombra, en condiciones de poda no presenta floración (Russo, 1984). Su copa (denominada capitata esférica), se caracteriza por su redondez (Santos, 1980); 2) Guaba

chilillo (*I. Edulis*) originaria del Amazonas, árbol de rápido crecimiento, fuste sinuoso y la mayoría de las veces bifurcado a baja altura, tiene follaje todo el año, produce frutos comestibles y su madera es muy utilizada como leña. Su copa (denominada capitata tabular), se caracteriza por un fuste definido y copa dispuesta en un mismo plano horizontal (santos, 1980); y 3) Madero negro (*G. sepium*), nativo de las zonas bajas de México, arbusto de porte mediano de hojas compuestas y deciduas, florece en verano, su copa es ancha a veces estrecha, esférica, sin embargo su follaje es poco denso. Su fuste es generalmente retorcido y bifurcado con tallos múltiples originados cerca de la base (CATIE, 1991).