

**CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA
SUBDIRECCIÓN GENERAL ADJUNTA DE ENSEÑANZA
PROGRAMA DE POSGRADO**

**LEGUMINOSAS DE COBERTURA EN CACAO *Theobroma cacao* L.
Y PEJIBAYE *Bactris gasipaes* H.B.K.**

**Tesis sometida a la consideración del comité Técnico
Académico del Programa de Posgrado en Ciencias Agrícolas y
Recursos Naturales Renovables del CATIE,
para optar al grado de:**

MAGISTER SCIENTIAE

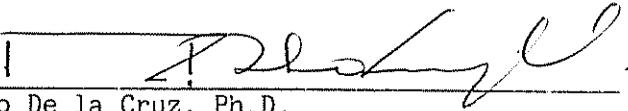
José Alfredo Domínguez Valenzuela

**Turrialba, Costa Rica
1990**

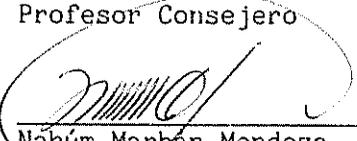
Esta tesis ha sido aceptada, en su presente forma, por la Coordinación del Programa de estudios de Posgrado en Ciencias Agrícolas y Recursos Naturales Renovables del CATIE, y aprobada por el Comité Asesor del estudiante como requisito parcial para optar al grado de:

MAGISTER SCIENTIAE

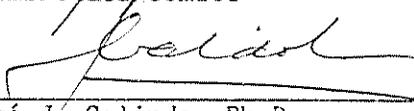
COMITE ASESOR:



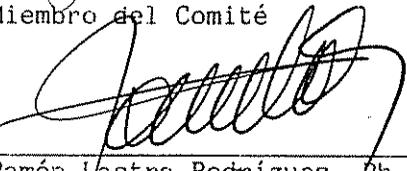
Ramiro De la Cruz, Ph.D.
Profesor Consejero



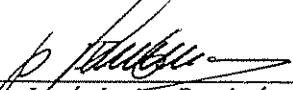
Nahúm Marbán-Mendoza, Ph.D.
Miembro del Comité



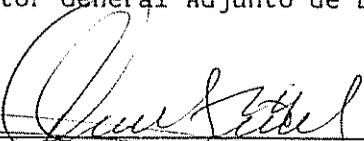
José J. Galindo, Ph.D.
Miembro del Comité



Ramón Lastra Rodríguez, Ph.D.
Coordinador, Programa de Estudios de Posgrado



Dr. José Luis Parisí
Subdirector General Adjunto de Enseñanza



José Alfredo Domínguez Valenzuela
Candidato

DEDICATORIA

Este trabajo es el fruto del esfuerzo siempre alentado por
mi esposa

Maricela

mis hijos
Pablo Alfredo y José Rodrigo

mis padres
Isidro y Paula

mis hermanos y

la Sra. Hernila,

para todos ellos con amor

AGRADECIMIENTOS

Expreso mi sincero agradecimiento a las siguientes personas e instituciones que hicieron posible la culminación de este trabajo:

Al Dr. Ramiro De la Cruz, por sus valiosos consejos y sus acertadas sugerencias antes y durante la planeación y ejecución de las investigaciones, por la amistad brindada.

Al Dr. Nahúm Marbán-Mendoza, por sus consejos y la sugerencia de la investigación relacionada con nematodos; por su amistad.

Al Dr. José J. Galindo, por la acertada revisión del documento y sus valiosas sugerencias, siempre formativas.

A los Doctores Victor M. Villalobos y Assefaw Tewolde, por sus consejos y constante estímulo en el estudio.

A la Universidad Autónoma Chapingo, por las facilidades brindadas para la realización de mis estudios.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), por el financiamiento de mis estudios.

Al Proyecto de Manejo Integrado de Plagas del CATIE (MIP-CATIE), por las facilidades y apoyo brindados durante la realización de mis estudios y mi estancia en Costa Rica.

Al Programa de Pastos Tropicales del CIAT, por el material experimental proporcionado.

A Arnoldo Merayo y German Zuñiga, por su apoyo en la parte experimental.

A todo el personal principal y de apoyo del MIP-CATIE.

BIOGRAFIA

El autor nació en 1959 en el Ejido La Goma, Municipio de Cd. Lerdo, en el Estado de Durango, México.

Realizó su instrucción primaria en la Escuela Luz de la Juventud, en el mismo Ejido; la instrucción secundaria en la Escuela Tecnológica Agropecuaria No. 188 en La Loma, Mpio. de Cd. Lerdo, Dgo.

En 1977 ingresó a la Universidad Autónoma Chapingo, en el Estado de México, donde cursó los estudios de Preparatoria Agrícola y de licenciatura en el Departamento de Parasitología Agrícola, obteniendo en 1984 el título de Ingeniero Agrónomo, con especialidad en Parasitología Agrícola.

En 1988 ingresó al Programa de Posgrado del CATIE, obteniendo en 1990 el grado de Magister Scientiae, con orientación en Manejo Integrado de Plagas.

TABLA DE CONTENIDO

	Página
RESUMEN	viii
SUMMARY	x
LISTA DE CUADROS	xii
LISTA DE FIGURAS	xv
I. INTRODUCCION	1
II. REVISION DE LITERATURA	4
2.1. Situación del cacao	4
2.2. El control de malezas en cacao	5
2.3. El papel de las coberturas en el control de malezas	7
2.4. EL concepto de coberturas muertas	8
2.5. Coberturas vivas	13
III. MATERIALES Y METODOS	20
3.1. Investigación con leguminosas de cobertura en cacao	20
3.1.1. Evaluaciones y análisis estadísticos	23
3.1.2. Descripción de especies de leguminosas utilizadas en el experimento	24
3.2. <i>Arachis pinto</i> i como cobertura viva cacao	29
3.2.1. Evaluaciones y análisis estadísticos	31
3.3. Investigación con leguminosas de cobertura en pejibaye (<i>Bactris gasipaes</i> H.B.K.)	31
3.3.1. Evaluaciones y análisis estadísticos	34
3.4. Relación entre leguminosas de cobertura y nematodos	35
3.4.1. Evaluaciones y análisis estadísticos	37

IV. RESULTADOS Y DISCUSION	38
4.1. Leguminosas como cobertura en el cultivo de cacao	38
4.2. <i>Arachis pintoï</i> como cobertura viva en el cultivo de cacao	46
4.3. Leguminosas de cobertura en pejibaye (<i>B. gasipaes</i>)	50
4.3.1. Crecimiento durante la fase inicial y el desarrollo de la cobertura en el campo	50
4.4. Relaciones entre leguminosas de cobertura y nematodos	61
V. CONCLUSIONES	65
5.1. Leguminosas de cobertura en cacao	65
5.2. <i>Arachis pintoï</i> como cobertura viva en cacao	65
5.3. Leguminosas de cobertura en pejibaye (<i>B. gasipaes</i>)	66
5.4. Relaciones entre leguminosas de cobertura y nematodos	67
LITERATURA CITADA	68
APENDICE	75

Leguminosas de Cobertura en Cacao *Theobroma cacao* L.
y Pejibaye *Bactris gasipaes* H.B.K.

Dominguez Valenzuela, J. A. 1990. Leguminosas de cobertura en cacao *Theobroma cacao* L. y Pejibaye *Bactris gasipaes* H.B.K. Tesis de Magister Scientiae, CATIE, Turrialba, Costa Rica. 85 p.

PALABRAS CLAVE: Leguminosas de cobertura, *Theobroma cacao*, *Bactris gasipaes*, *Centrosema macrocarpum*, *C. acutifolium*, *C. pubescens*, *Desmodium ovalifolium*, *Pueraria phaseoloides*, *P. montana*, *Arachis pintoii*, *Stizolobium deeringianum*, *Lycopersicon esculentum*, *Meloidogyne arabicida*.

RESUMEN

Entre octubre de 1989 y junio de 1990, se realizaron cuatro experimentos con especies leguminosas usadas como coberturas. En el primero de los experimentos se probaron 10 materiales de leguminosas en el establecimiento de cacao en la finca experimental La Lola, propiedad del CATIE, con el objeto de estudiar su contribución en el manejo de malezas. Se evaluó su capacidad de adaptación en base al porcentaje de cobertura, altura y número de guías por planta, además de el porcentaje de cobertura de malezas presentes en cada tratamiento. *Pueraria montana*, *Stizolobium deeringianum* y *Arachis pintoii* mostraron los mayores valores para las variables evaluadas. Sin embargo, las dos primeras fueron muy agresivas contra el cacao, por su hábito de crecimiento trepador, aún cuando mostraron buena habilidad para suprimir malezas. *A. pintoii* fue afectado por cortos periodos de sequía que se presentaron en su fase de establecimiento, pero en sitios con mayor humedad presentó buen índice de cobertura y competencia contra malezas. *Centrosema macrocarpum*, *C. acutifolium*, *C. pubescens* y *Pueraria phaseoloides* fueron severamente afectadas por hormigas del género *Atta* desde la emergencia hasta los 90 días después de la siembra, disminuyendo su población. Las accesiones CIAT-350, 3788 y 13089 de *Desmodium ovalifolium*, manifestaron muy bajo crecimiento (probablemente por el bajo vigor de sus semillas) y requirieron más tiempo para su desarrollo.

Un segundo experimento se efectuó con *A. pintoii* en cacao en enero de 1990, considerando su cobertura rápida y uniforme y su competencia contra malezas. Se probaron 11 tratamientos, incluyendo un testigo sin la leguminosa, en base a la edad de los estolones usados como semilla, la longitud y densidad de siembra. Se evaluó el prendimiento de estolones y los porcentajes de cobertura de los distintos tratamientos y de

malezas. Los tratamientos con la mayor densidad de siembra y de la parte más joven (parte terminal) del estolón mostraron una tendencia a un mayor prendimiento. Estos mismos tratamientos lograron mayor porcentaje de la cobertura y menor porcentaje de malezas, aunque no fueron estadísticamente significativos ($p \leq 0.05$). En general, los porcentajes de cobertura de *A. pintoii* y malezas fueron bajos, lo cual posiblemente se debió a la escasés de lluvia durante los dos primeros meses del experimento, descartándose el efecto de la sombra, pues en otras plantaciones como el banano se le ha visto crecer adecuadamente.

Las tres especies de *Centrosema* y *P. phaseoloides*, que habían sido severamente limitadas en su establecimiento en el primer estudio en La Lola, se probaron en un segundo ensayo en pejibaye para palmito en Turrialba. Se evaluó su crecimiento mediante la determinación periódica de la biomasa producida, el número de guías y la altura del eje central de la planta, durante los primeros 57 días después de la siembra. Se encontró que *C. pubescens* acumuló mayor cantidad de materia seca y presentó el mayor número de trifolios por planta, y *C. macrocarpum* presentó mayor altura. Mediante observaciones directamente tomadas en el campo, también se evaluaron el número de trifolios, número y longitud de guías por planta, además de los porcentajes de cobertura de leguminosas y malezas. *C. pubescens* presentó los mayores valores para las tres primeras variables, pero en cuanto al porcentaje de cobertura de las leguminosas prácticamente este fue igual para las cuatro especies conforme el tiempo fue avanzando. No se encontró diferencia entre tratamientos para el porcentaje de cobertura de malezas, aunque en *C. macrocarpum* se observó una tendencia a un mayor índice y *C. pubescens* a los más bajos. *P. phaseoloides* resultó igualmente agresiva al cultivo, como había sido observado en cacao en La Lola, debido a su hábito de crecimiento trepador. Las especies de *Centrosema* aunque poseen este hábito, aparentemente son de más fácil manejo, y presentaron daños foliares por *Cercospora* sp.

Finalmente, a nivel de invernadero se probaron las especies *C. macrocarpum*, *C. acutifolium*, *C. pubescens*, *P. phaseoloides*, *D. ovalifolium* y *A. pintoii*, asociadas con tomate var. "Dina guayabo", por su posible efecto antinematodo contra *Meloidogyne arabicida* López y Salazar. Se evaluó el índice de agallamiento radical y la reducción del mismo en tomate, además del peso fresco de raíz y peso seco de la parte aérea de leguminosas y tomate asociadas e individualmente, en presencia y ausencia del nematodo. *A. pintoii*, *P. phaseoloides* y *C. pubescens* redujeron el índice de agallamiento en tomate. Sin embargo, estas mismas especies provocaron una disminución del peso fresco de raíz y peso seco de la parte aérea del tomate, probablemente por su acción competitiva al cultivo. Ninguna de las leguminosas resultó hospedante del nematodo, aunque *C. pubescens* y *C. acutifolium* presentaron índices de agallamiento de 1.0 y 0.6 %, respectivamente, pero al disectar las agallas no se encontraron hembras.

Legume cover crops in cacao *Theobroma cacao* L.
and pejibaye palm *Bactris gasipaes* H.B.K.

Key words: Legume cover crops, *Theobroma cacao*, *Bactris gasipaes*, *Centrosema macrocarpum*, *C. acutifolium*, *C. pubescens*, *Desmodium ovalifolium*, *Pueraria phaseoloides*, *P. montana*, *Arachis pintoï*, *Stizolobium deeringianum*, *Lycopersicon esculentum*, *Meloidogyne arabicida*.

SUMMARY

Four experiments using legume cover crops were done between October 1989 and June 1990. In the first experiment, 10 legumes species were tested in the cacao plantation during the first stage of establishment on the field, at the experimental station La Lola, property of CATIE, with the main objective of study their contribution to weed management. Their adaptation capacity was evaluated based on percentage of coverage, height, and number of trailing or branches per plant in addition to the percentage coverage of weeds present in each treatment. The legume *Pueraria montana*, *Stizolobium deeringianum* and *Arachis pintoï* yielded the highest values of the variables under study. The first two species were very aggressive, however, due to their growing habits, creeping upon the cacao trees, but also have good ability to suppress weeds. *A. pintoï* was affected by the short dry periods which were present during its establishment, but in sites with high soil humidity levels it presented a good covering index and competed well against weeds. *Centrosema macrocarpum*, *C. acutifolium*, *C. pubescens* and *Pueraria phaseoloides* populations were severally affected by ants of the genus *Atta* from emergency until 90 days after planting. Accessions CIAT-350, 3788 and 13089 of *Desmodium ovalifolium*, grew poorly, probably due to their low seed vigor, and also required more time to develop.

A second experiment was done with *A. pintoï* in cacao in January 1990, taking in to account its fast and uniform coverage and its competition ability against weeds. Eleven treatments based on the age of stolons used as propagule, the length and planting density, were included using a control treatment without *A. pintoï*. Stolons' growth and percentage coverage of weeds and treatments were evaluated. Treatments with highest planting density belonging to the young part of the stolon (terminal part) showed a tendency of greater growth. These treatments yielded higher percentage of the legume and lesser percentage of weeds, although the differences were not significantly ($p < 0.05$). In general, the percent of coverage of *A. pintoï* and weeds was low, due to the extended dry season during the first two months of the experiment.

The three *Centrosema* species and *P. phaseoloides* which were severally limited in their establishment during the first study in La Lola, were tested in a second assay in pejibaye palms in Turrialba. Their growth was evaluated determining their growth rate, their number of trifoliates and trailing or branches, and the height of the plant's axis during the first 57 days after planting. *C. pubescens* accumulated the highest amount of dry matter and presented the greatest number of trifoliates per plant, and *C. macrocarpum* presented the major height. Based on direct field observations, the number of trifoliates and branches per plant were evaluated, in addition to the cover percentages of cover crop and weeds. *C. pubescens* yielded the highest values of the first three variables but in relation to the legumes cover percentages, it was practically the same through time. Differences among treatments for cover percentages of weeds were not found, although a major tendency in cover index was observed in *C. macrocarpum* in contrast to *C. pubescens* which showed the lowest cover index. *P. phaseoloides* resulted as aggressive to pejibaye palms as it was to the cacao trees in La Lola, due to its climbing tendency. Although *Centrosema* species were less aggressives and apparently easier to control.

Finally, *C. macrocarpum*, *C. acutifolium*, *C. pubescens*, *P. phaseoloides*, *D. ovalifolium* and *A. pintoii* were tested under greenhouse conditions in association with tomatoes cv. "Dina guayabo", to study their activity against the nematode *Meloidogyne arabicida* Lopez y Salazar, associated to "Coffee Corky Disease" in Juan Viñas, Costa Rica. An index of root galling was evaluated on tomatoes in addition to the fresh root weight and dry weight of aerial parts of legumes cover crops and tomatoes, associated and individually, in the presence and absence of nematodes. *A. pintoii*, *P. phaseoloides* and *C. pubescens* reduced the galling index in tomato. However, these species decreased the root fresh weight and dry weight of the aerial part, probably due to competition. None of the legumes cover crops served as a host for the nematode, although *C. pubescens* and *C. acutifolium* had gall indices of 1.0 and 0.6 %, respectively, although no females were found inside the root galls.

LISTA DE CUADROS

Cuadro No.	Página
1. Leguminosas utilizadas durante la investigación de coberturas en el establecimiento del cultivo de cacao. La Lola, 1989.....	21
2. Descripción de las variables estudiadas en <i>Arachis pintoii</i> durante su establecimiento en el cultivo de cacao. La Lola, 1990.....	30
3. Leguminosas de cobertura probadas en pejibaye.....	32

APENDICE

4. Desarrollo de leguminosas de cobertura en cacao bajo las condiciones de La Lola, 1989-1990 ¹	75
5. Desarrollo de leguminosas de cobertura en cacao, 90 días después de la siembra, bajo las condiciones de La Lola. Siquirres, Costa Rica.....	75
6. Desarrollo de leguminosas de cobertura en cacao a 150 días después de la siembra, bajo las condiciones de La Lola, Siquirres, Costa Rica.....	76
7. Porcentaje de cobertura de leguminosas y malezas por parcela en La Lola, Siquirres, Costa Rica ¹	76
8. Porcentaje de cobertura total de leguminosas y malezas por parcela en cacao a los 150 días después de la siembra. La Lola, Siquirres, Costa Rica.....	77
9. Porcentaje de cobertura por grupos de malezas en cacao, en base a cinco muestreos por parcela a los 150 dds, en La Lola, Siquirres, Costa Rica.....	77
10. Densidad de siembra y prendimiento de estolones de <i>A. pintoii</i> usado como cobertura en cacao, en La Lola Siquirres, Costa Rica.....	78

11.	Porcentaje de cobertura de <i>A. pinto</i> y malezas por parcela en cacao, en La Lola, Siquirres, Costa Rica ¹	78
12.	Porcentaje de coberura de <i>Arachis pinto</i> en cacao a los 50, 75 y 150 dds, en La Lola, Siquirres Costa Rica.....	79
13.	Porcentaje de cobertura de malezas en cacao a los 50, 75 y 150 dds, en La Lola, Siquirres, Costa Rica.....	79
14.	Crecimiento de tres leguminosas sembradas como cobertura en pejibaye, en Turrialba, Costa Rica ¹	80
15.	Crecimiento de tres leguminosas sembradas como coberura en pejibaye, a los 37 y 57 días después de la siembra, en Turrilaba, Costa Rica.....	80
16.	Crecimiento de cuatro leguminosas sembradas como cobertura en pejibaye, a los 57 dds, en Turrialba, Costa Rica.....	80
17.	Coeficientes de determinación (R^2) y de regresión (b) para el peso seco de tres especies de <i>Centrosema</i> en pejibaye con respecto dos variable*.....	81
18.	Desarrollo de cuatro leguminosas sembrads como cobertura en pejibaye en dos periodos, en Turrialba, Costa Rica ¹	81
19.	Porcentaje de cobertura de leguminosas y malezas por parcela en pejibaye, en Turrialba, Costa Rica ¹	81
20.	Porcentaje de cobertura de cuatro leguminosas y de malezas por parcela en pejibaye a los 80, 100 y 120 dds, en Turrialba, Costa Rica.....	82
21.	Coeficientes de determinación (R^2) y de regresión (b) para el porcentaje de cobertura de cuatro leguminosas sembradas en pejibaye, con respecto a cuatro variables ¹	82

22.	Agallamiento radical en tomate cv. "Dina guayabo" por <i>Meloidogyne arabicida</i> asociado con seis leguminosas de cobertura.....	82
23.	Efecto del asocio de seis leguminosas de cobertura con tomate cv. "Dina guayabo" sobre el comportamiento de <i>Meloidogyne arabicida</i> , con base en el peso fresco de raíz de la planta.....	83
24.	Efecto del asocio de seis leguminosas de cobertura con tomate var. "Dina guayabo" sobre el comportamiento de <i>Meloidogyne arabicida</i> , con base en el peso seco de la parte aérea de la planta.....	83
1A.	Cuadrados medios del error (CME), coeficientes de determinación y de variación, para los ANOVA's realizados para el experimento de leguminosas de cobertura en cacao.....	84
2A.	Cuadrados medios del error (CME), coeficientes de determinación y de variación para los ANOVA's realizados para el experimento de A. pintoí como cobertura viva en cacao.....	84
3A.	Cuadrados medios del error (CME), coeficientes de determinación y de variación para los ANOVA's realizados para el experimento con leguminosas de cobertura en pejibaye.....	85
4A.	Cuadrados medios del error (CME), coeficientes de determinación y de variación para los ANOVA's realizados para el experimento con nematodos.....	85

LISTA DE FIGURAS

Figura No.	Página
1. Distribución de tratamientos y bloques en el campo del ensayo con leguminosas de cobertura en cacao.....	22
2. Precipitación y temperatura durante el periodo de estudio en La Lola.....	30
3. Distribución de los tratamientos y bloques en el estudio con leguminosas de cobertura en pejibaye.....	33
4. Altura o espesor de las coberturas a los 150 días después de la siembra.....	40
5. Número de guías de cada cobertura a los 150 días después de la siembra.....	40
6. Porcentaje total de cobertura de las leguminosas a los 150 días después de la siembra.....	41
7. Porcentaje de cobertura total de malezas a los 150 días después de la siembra.....	42
8. Porcentaje de cobertura por grupos de Figura malezas a los 150 días después de la siembra.....	44
9. Porcentaje de cobertura total de <i>Arachis pintoï</i> a los 150 días después de la siembra.....	48
10. Efecto de la cobertura de <i>Arachis pintoï</i> sobre la población de malezas a los 150 días después de la siembra.....	49
11. Crecimiento de tres especies de <i>Centrosema</i> sembradas como cobertura en pejibaye.....	51

12.	Altura del eje central del tallo de tFiguras especies de <i>Centrosema</i> sembradas como cobertura en pejibaye.....	52
13.	Número de trifolios por planta de tres especies de <i>Centrosema</i> sembradas como cobertura en pejibaye.....	52
14.	Peso seco de cuatro leguminosas de cobertura a los 57 días después de la siembra en pejibaye.....	53
15.	Número de trifolios por planta en cuatro leguminosas sembradas como cobertura en pejibaye.....	55
16.	Número de guías por planta en cuatro leguminosas sembradas como coberturas en pejibaye.....	55
17.	Longitud de guías por planta de cuatro leguminosas sembradas como cobertura en pejibaye.....	56
18.	Porcentaje de cobertura total de cuatro leguminosas sembradas como cobertura en pejibaye.....	57
19.	Efecto de diferentes niveles de cobertura de cuatro leguminosas sobre las malezas en pejibaye.....	58

I. INTRODUCCION

El cacao logra su mayor desarrollo en las zonas del bosque húmedo tropical, cuyas temperaturas promedio son mayores a los 23 °C y la precipitación pluvial varía desde un mínimo de 1.800 mm hasta más de 3.000 mm al año (Reyes, 1970). Bajo estas condiciones ecológicas predominantes se favorece la presencia, crecimiento y desarrollo de una variada flora de malezas, compuestas principalmente de especies heliofilas como las gramíneas (López-Mendoza, 1987).

Los métodos de control de malezas más comunmente empleados en cacao son el corte o "chapias" y el uso de herbicidas, según lo permitan la situación económica del productor y las condiciones climatológicas de la región (López-Mendoza, 1987). El control manual de malezas o a base de "chapias" en el trópico húmedo, es la práctica agrícola que más consume energía, pues absorbe del 50 al 70 % de la mano de obra de los pequeños agricultores ((Baryeh, 1987).

El sombreado de la plantación impide el paso de la luz y limita el crecimiento de las malezas heliofilas; sin embargo esto generalmente sucede después de los tres años, cuando las copas de los árboles se han cerrado (Enríquez, 1985). El uso de especies leguminosas como cultivos de cobertura para la protección del suelo, la fijación biológica de nitrógeno y el control de malezas, ha tenido éxito en otras plantaciones perennes como palma africana, coco, caucho y sisal (Skerman, *et al.*, 1988).

En lo que se refiere a las coberturas en cacao, se puede esperar que la regeneración de la vegetación secundaria del bosque sea reemplazada por especies leguminosas, cuya mayor ventaja es el control de malezas y la fijación de nitrógeno (Akobundu, 1987).

El uso de cultivos de cobertura con especies de leguminosas como *Centrosema pubescens*, *Indigofera spicata*, *Pueraria phaseoloides* y *Calopogonium mucunoides* para el control de malezas en café, es muy común en Asia y Oceanía, sin embargo; algunas de estas especies con raíces profundas pueden competir por agua con el cultivo (Kasasian, 1971).

Los cultivos de coberturas vivas a base de leguminosas combinan beneficios de conservación del suelo, supresión de malezas y restauración de su fertilidad. En Africa los cultivos de cacao, café, palmas, caucho y té, ocupan más de 12 millones de ha (Akobundu, 1982). Por otro lado, en México y Centro América el cacao posee una superficie cultivada de 285.000 ha (FAO, 1987). En estos casos, el uso de cultivos de cobertura con leguminosas podría desempeñar un papel importante en la conservación del suelo, el control de malezas y otras plagas.

Efectivamente, hay evidencias en la literatura que muestran que el uso de coberturas con leguminosas puede significar importantes beneficios adicionales a los cultivos asociados con ellas, como la fijación biológica de nitrógeno (Skerman *et al.*, 1988), regulación de la temperatura y humedad del suelo (Simpson y Gumbs, 1986a, 1986b), efectos supresivos secundarios sobre plagas (Graves *et al.*, 1988; Galindo *et al.*, 1982; Marbán-Mendoza *et al.*, 1989).

Con base en lo anterior, en la presente investigación se establecieron los siguientes objetivos:

1. Evaluar la capacidad de adaptación y la habilidad de diversas especies de leguminosas para controlar malezas en la fase de establecimiento de los cultivos de cacao y pejibaye, bajo las condiciones ecológicas de las finca

experimentales La Lola, CATIE, Siquirres, y La Montaña, CATIE, Turrialba.

2. Estudiar el desarrollo y adaptación de las especies usadas como coberturas.
3. Efectuar observaciones sobre las posibles interacciones de las coberturas con otros organismos benéficos o dañinos.

II. REVISION DE LITERATURA

2.1. Situación del Cacao

El cultivo del cacao reviste gran importancia en la economía de un gran número de países tropicales, por ser este un producto de exportación.

Para 1988, el área total sembrada a nivel mundial se estimó en 5.371.000 ha, correspondiendo a Africa el 67%, América el 25% y Asia y Oceanía el 8% (Café Cacao & The, 1988). El pronóstico de producción para la temporada 1987-1988 fue de 2.125.000 toneladas métricas de cacao en grano, en donde América y los países de Asia y Oceanía contribuyeron con el 46% de la producción mundial (Gill & Duffus, 1988, citados por Cubillos, 1988).

La América Latina se ubica como el segundo productor mundial de cacao en grano, después de Africa. México y Centroamérica, con una superficie cultivada de 285.000 ha, arrojan un rendimiento promedio de 378 kg/ha, en tanto que Sur América con una superficie cosechada de 1.125.000 has, alcanzó un rendimiento promedio de 501 kg/ha (FAO, 1987). Por esta razón se sugiere que en todos los países productores se deben orientar los recursos disponibles hacia el mejoramiento de la productividad, más que a la expansión de la superficie cultivada (Cubillos, 1988).

En los últimos años se ha desestimulado la producción del cultivo, ya que ésta supera a la demanda y el precio en el mercado mundial va a la baja (Cubillos, 1988). Ante esta situación, los sistemas de manejo de la plantación de bajo costo podrían tener éxito en la producción de cacao para pequeños productores.

2.2. El control de malezas en cacao

El sostenimiento de una plantación de cacao en buenas condiciones, implica un conjunto de operaciones cuya ejecución obedece a un calendario previamente elaborado y donde el control de malezas ocupa un papel determinante en el futuro desarrollo del cultivo (Compañía Nacional de Chocolates, 1988).

El cacao es una planta exigente por nutrientes, por lo que la presencia de malezas, sobre todo durante los primeros dos o tres años de la plantación, podría retrasar el crecimiento y desarrollo del cultivo (Akobundu, 1987), dado que la mayoría del sistema radical activo se encuentra en estrecha proximidad con las malas hierbas que crecen a su alrededor y sobre la superficie (Reyes, 1970).

El cacao logra su mejor desarrollo en las zonas del bosque húmedo tropical, cuyas temperaturas promedio son mayores a los 23°C, y la precipitación está por encima de los 1.800 mm. Ambos factores condicionan el desarrollo de una vegetación abundante, después que la vegetación primaria se ha derrivado, lo cual abre paso a una regeneración vigorosas, compuesta en principio por asociaciones de gramíneas que luego son desplazadas por planta dicotiledóneas (Reyes, 1970).

Bajo estas condiciones ecológicas predominantes se favorece la presencia y crecimiento de una flora de malezas cuya diversidad varía, incluso dentro de un mismo cacaotal, según la radiación solar incidente sobre la superficie del suelo (López-Mendoza, 1987). Por otra parte, la condición anterior del terreno (bosque, potrero, cacaotal, etc.) y las características físicas y químicas del suelo influyen también en la composición específica de la flora de malezas (Enríquez, 1985; López-Mendoza, 1987).

Varios autores (Enríquez, 1985; López-Mendoza, 1987; Venegas, 1987) coinciden en señalar que durante los tres primeros años de vida de una plantación de cacao, es cuando las malezas ejercen los mayores daños, lo cual se refleja en el desarrollo posterior del árbol. Después de este periodo el sombreado de la propia plantación va suprimiendo las malezas.

Existen diferentes métodos para controlar malezas en un cacaotal: mediante el sombreado de la plantación; el mantenimiento de un "mantillo" sobre la superficie del suelo (cobertura muerta); mediante plantas de cobertura (cobertura viva); las labores mecánicas y el uso de herbicidas (Enríquez, 1985). En la mayoría de los casos, en la América tropical, los métodos de control de malezas más comunmente usados durante la etapa de establecimiento y durante la producción del cacao, son el control mecánico ("chapias") y el uso de herbicidas, según lo permitan las condiciones climatológicas del lugar (Compañía Nacional de Chocolates, 1988; Enríquez, 1985; López-Mendoza, 1987; Suárez, 1987). En Ecuador, durante el periodo de establecimiento se requieren de 6 a 10 deshierbas por año (Venegas, 1987); en Costa Rica, de 4 a 5 (Enríquez, 1985), en tanto que en México se requieren de 4 a 6 deshierbas/año (López-Mendoza, 1987).

El sombreado y el "mantillo" de hojas son las formas más eficientes y económicas de controlar malezas en cacao; sin embargo, esto sólo es posible cuando las copas de los árboles del cacao y la de los árboles de sombra temporal se han cerrado, limitando con ello el paso de la luz, lo cual sucede generalmente después de los tres años de la plantación. No obstante, el uso de coberturas vivas, de preferencia a base de leguminosas herbáceas, es una táctica que podría ser efectiva en el manejo de malezas durante esa fase crítica del cultivo.

P. phaseoloides es una especie de leguminosa que suprime eficientemente malezas en cacao, pero tiene la desventaja de

ser muy agresiva contra el árbol (Enríquez, 1985), sobre todo bajo condiciones donde la precipitación excede los 2.000 mm anuales (Skerman *et al.*, 1988). Sin embargo, en otras plantaciones perennes como el sisal, palma africana, caucho y café, se ha usado exitosamente además de otras especies de leguminosas (Skerman *et al.*, 1988; Chee, 1981; Akobundu, 1987). En el Perú, en algunas plantaciones de pejibaye (*Bactris gasipaes* H.B.K.) se usa como cobertura del suelo también a *C. pubescens* y *Desmodium ovalifolium* (Grau-Alvarado, 1986).

2.3. El papel de las coberturas en el control de malezas

La mayoría de los suelos tropicales son bajos en contenido de nutrientes y están propensos a la erosión, especialmente después de la deforestación y el subsecuente cultivo con labranza convencional (Hartmans, 1982; citados por Mulongoy y Kang, 1986). Cuando estos suelos están desprovistos de una cobertura, declinan rápidamente los niveles de materia orgánica, carbono orgánico, actividad microbiana; disminuyendo la capacidad de intercambio catiónico y aumentando la toxicidad por magnesio y aluminio así como la acidez del suelo (Firth, 1988; Ewel, 1986).

Las condiciones de alta humedad y temperatura, por una parte, favorecen el deterioro del suelo cuando éste se encuentra desprovisto de una cubierta vegetal y, por la otra, el desarrollo de una vigorosa flora de malezas, compuesta generalmente por especies de gramíneas (Mulongoy y Kang, 1986). Así, el control de malezas es el mayor problema a que se enfrentan los productores de los trópicos húmedos y sub-húmedos del mundo, los cuales gastan entre el 50 y 70 % de su tiempo en esta labor (Baryeh, 1987).

2.4. EL concepto de coberturas muertas

La sostenibilidad de un agroecosistema tropical sujeto a condiciones de elevada temperatura y precipitación, demanda el manejo del suelo mediante prácticas de conservación y recuperación del suelo, como el uso de coberturas. Cuando se habla de cobertura del suelo, se refiere a la capa de material vegetal existente de manera natural o artificial sobre la superficie del suelo. Comúnmente también se refiere al uso de materiales como el plástico obscuro o transparente, papel, cartón u otros materiales sintéticos que se emplean en el cultivo de hortalizas a los que Lanini *et al.* (1989), se refieren como "acolchado" y al uso de material vegetal muerto como "mulch" o cobertura muerta.

El material vegetal que se usa como cobertura puede ser de residuos de cosecha del cultivo anterior, paja, cascarilla de arroz, bagazo de caña de azúcar, serrín, o incluso el material vegetal muerto de malezas que crecen *in situ*, como lo señalan Galindo *et al.* (1982), cuando se refieren al sistema de "frijol tapado" en Costa Rica; o bien especies cultivadas especialmente para ser empleadas con este fin (Lal *et al.*, 1978, 1979; Ebelhar *et al.*, 1984; Simpson y Gumbs, 1986a, 1986b; Daisley *et al.*, 1988). La cobertura muerta a base de los residuos de *Stylobium deeringianum* (*Mucuna pruriens* var. *utilis*), puede proporcionar una solución efectiva al problema de malezas en algunos sistemas. Sin embargo, algunas malezas como *Euphorbia heterophylla*, son capaces de crecer a través de la cobertura, especialmente donde ésta es de poco espesor (Baryeh, 1987). Por otra parte, el material proveniente de las podas de árboles usados en el sistema de cultivo de callejones (alley cropping) también desempeña este papel eficientemente (Mulongoy y Kang, 1986), además de la posibilidad de alguna actividad alelopática (Obando, 1987).

Aunque las coberturas han mostrado ser eficientes para varios propósitos, muchos productores se muestran renuentes a adoptár su uso, aduciendo que son grandes las cantidades de materiales requeridos por hectárea y el gran esfuerzo requerido para su transporte y aplicación. Sin embargo, para dar solución a este problema se ha desarrollado el concepto de coberturas *in situ* y "coberturas vivas". El concepto de cobertura *in situ* se refiere a los residuos de cultivos de cobertura desarrollados ex-profeso y que se matan químicamente, quedando en el sitio donde crecieron (Mulongoy y Kang, 1986).

Diversos autores (Lal *et al.*, 1978, 1979; Simpson y Gumbs, 1986a, 1986b) afirman que beneficios tales como el control de malezas, conservación de la humedad del suelo, reducción de la erosión, disminución de la temperatura de la superficie del suelo, entre otros, son atribuibles a la cobertura de gramíneas y leguminosas. Sin embargo, como lo señalan Graves *et al.* (1988), una cobertura con especies leguminosas siempre resulta más benéfica que con gramíneas, ya que no demanda fertilización con nitrógeno para su propio crecimiento y, usualmente, añade cantidades importantes de nitrógeno al suelo, para beneficio del cultivo principal.

Lal *et al.* (1979), en Nigeria, encontraron que con la cobertura de gramíneas y leguminosas sembradas con este fin, se logró un control efectivo de malezas, pero en los tratamientos con leguminosas como cobertura muerta, los rendimientos de maíz, yuca, cowpea, soya y frijol guandul, se incrementaron significativamente.

Ebelhar *et al.* (1984), también señalan las ventajas del asocio de cultivos de cobertura a base de leguminosas para proveer una cobertura y fijar nitrógeno al suelo para ser aprovechado por especies no leguminosas en el sistema. Por ejemplo, cinco años de cultivo de *Vicia villosa* y su uso como

cobertura, mostraron incrementos en el rendimiento de maíz, como resultado de la fijación de 90 a 100 kg de N/ha.

Bajo otras circunstancias, las coberturas con rastrojos de especies no leguminosas, como paja de cereales y pastos, mejoran la germinación y rendimientos de ciertos cultivos, como resultado de sus efectos sobre la temperatura y humedad del suelo, especialmente donde el recurso agua es limitante.

Daisley *et al.* (1988), encontraron que con la aplicación de 4 a 8 toneladas /ha de paja de *Panicum maximum* se mantuvo durante más tiempo la humedad de la superficie del suelo, favoreciendo los rendimientos de cowpea y berengena, en términos de la acumulación de materia seca. Sin embargo, Simpson y Gumbs (1986a), señalan que la conservación de la humedad del suelo es benéfica cuando la media semanal de lluvia es baja, pero durante los periodos prolongados de lluvia, la cobertura no sería del todo recomendable.

López-Mendoza (1987), señala que las prácticas de "alomillado" y "tendido" de malezas en cacaotales en México, tienen efectos importantes sobre la humedad y temperatura del suelo. El "alomillado" consiste en acomodar las malezas cortadas sobre el centro de las calles de la plantación para permitir la pérdida de humedad del suelo en la época de lluvias abundantes; en tanto que el "tendido" consiste en distribuir a las malezas cortadas en forma uniforme sobre la superficie del suelo para reducir la evaporación.

Quizá el principal mecanismo de acción de las coberturas muertas sobre las malezas es el bloqueo de la luz, factor indispensable para la germinación de las semillas de muchas especies de malezas. Lanini *et al.* (1989), indican que las coberturas que mejor interceptan la luz, como el plástico obscuro, son las más eficientes en el control de malezas.

Además de la intercepción de la luz, las coberturas muertas tienen un efecto mecánico al impedir la emergencia de las plántulas de malezas. Daisley *et al.* (1988), encontraron que con la materia seca de *Panicum maximum*, la población de malezas se redujo considerablemente en cowpea y berenjena. Por otra parte, la cobertura sobre la superficie del suelo regula su temperatura (Simpson y Gumbs, 1986a), reduciendo los cambios bruscos que favorecen la ruptura de la latencia de muchas semillas de malezas (Pareja, 1988).

En experimentos conducidos en el CATIE durante varios años, el mantillo de "poró" (*Erythrina peopigiana*) ha sido de gran ayuda en el manejo de malezas en los cultivos de maíz y frijol. Las hojas de esta leguminosa permanecen intactas durante varias semanas sobre la superficie del suelo, haciendo más eficaz su acción de cobertura*.

Los efectos alelopáticos producidos por sustancias tóxicas liberadas tanto por tejidos muertos como por plantas vivas, constituyen otro elemento importante en el control de malezas con coberturas muertas (Obando, 1987). Las leguminosas poseen una gran variedad de compuestos tóxicos, tales como flavonoides, alcaloides, aminoácidos no proteínicos y proteínas poco comunes (Rice, 1979). Muchos de estos metabolitos secundarios permanecen en el suelo e influyen decisivamente en la nutrición, adaptación, competencia, distribución y supresión de malezas, insectos y fitopatógenos (Escarzega, 1987). Putnam y DeFrank (1983), encontraron que los residuos de *Sorghum bicolor* redujeron las poblaciones de *Portulaca oleracea* y *Digitaria ischaemum* en 70 y 98%, respectivamente. Así mismo, estos autores comprobaron que la presencia de residuos vegetales del sorgo sobre el suelo, puede producir efectos supresivos sobre las malezas y de estímulo sobre algunos cultivos.

* De la Cruz, R. 1990. MIP/CATIE, Turrialba, Costa Rica. Comunicación personal.

Durante mucho tiempo la alelopatía se ha considerado como un problema para la agricultura. Sin embargo, ahora existen evidencias suficientes que sugieren que ésta se puede explotar en el manejo de malezas, problema en una amplia variedad de ecosistemas agrícolas. Los enfoques en torno a este concepto son la selección de cultivos con propiedades alelopáticas o tolerantes a alelopatía, rotaciones alelopáticas o el uso de plantas acompañantes en los sistemas de cultivo, y la biosíntesis de herbicidas naturales de plantas superiores y microorganismos (Putnam, 1987).

Los efectos de las coberturas muertas sobre otros organismos plaga de cultivos, pueden ser de índole puramente físico o de carácter biológico. Galindo *et al.* (1982), encontraron que en el sistema de "frijol tapado" en Costa Rica, la presencia de una cobertura muerta de malezas reduce el salpique de la lluvia, vehículo principal de diseminación de los esclerocios de *Rhizoctonia solani*, agente causal de la enfermedad conocida como "Mustia hilachosa" en frijol, reduciendo significativamente su infección.

Los productos de descomposición de las coberturas orgánicas vegetales afectan a los microorganismos saprófitos, fitopatógenos del suelo y malezas (Ayanaba y Okigbo, 1976). Aunque también podrían afectar la actividad de las bacterias fijadoras de nitrógeno (Obando, 1987). Los efectos sobre fitopatógenos del suelo se deben en parte al incremento de los microorganismos antagonistas, como resultado del aumento del contenido de materia orgánica. Zuckerman *et al.* (1989), propusieron el concepto de "suelos supresivos" para describir el efecto de los microorganismos antagonistas de nematodos en suelos de las chinampas de México, ricos en materia orgánica.

Algunos autores (Zuckerman, 1983; Marbán-Mendoza *et al.*, 1989), han demostrado que la lectina Concavalina A (Con A), presente en plantas de *Canavalia ensiformis*, tienen efectos de

confusión del mecanismo quimiorreceptor de los nematodos *Caenorhabditis elegans* y *Meloidogyne incognita*.

2.5. Coberturas Vivas

Los sistemas de coberturas vivas son una técnica de producción de cultivos en la que el cultivo principal se siembra asociado con un cultivo de cobertura de bajo crecimiento, con alteración mínima del suelo (Akobundu, 1980; citado por Mulongoy y Kang, 1986). Esta práctica se basa en el concepto de usar cultivos de cobertura en plantaciones de árboles. Su mayor ventaja es la de suprimir malezas, conservar la humedad del suelo y el aporte de materia orgánica (Mulongoy y Kang, 1986).

La práctica de las coberturas vivas se ha sugerido recientemente para aquellas plantas que crecen en un sitio y que tienen capacidad para suprimir malezas al reducir la cantidad de luz que llega a la superficie del suelo, tal como sucede con otros tipos de coberturas. A diferencia de las coberturas muertas, las coberturas vivas están ancladas y no se pueden remover por el viento, como en el caso de los plásticos. Además, pueden mejorar el contenido de materia orgánica del suelo.

Debido a que en muchas oportunidades se recomienda establecer las coberturas vivas antes que el cultivo, generalmente se requieren menos labores durante el establecimiento del mismo (Lanini *et al.*, 1989).

El principio mediante el cual las coberturas vivas actúan para controlar malezas se basa principalmente en la interferencia (competencia y alelopatía) que ellas (cobertura) ejercen sobre la otra especie (maleza).

Un cultivo vigoroso resulta ser una técnica de control de malezas eficiente y económica que se basa principalmente en el sombreado que se produce (Ross y Lembi, 1985). Sin embargo, ésta práctica ha sido subestimada. Enríquez (1985), destaca la importancia de propiciar un buen desarrollo de la sombra en los cacaotales para restringir el crecimiento de malezas. En Guatemala, la siembra de *Stizolobium deeringianum* (frijol terciopelo) en las calles de plantaciones de cítricos se realiza para controlar a las malezas *Rottboellia cochinchinensis* y *Cyperus rotundus**. Con el método de cultivos de coberturas, el efecto de la regeneración de la vegetación del bosque sobre la invasión de especies colonizadoras, es reemplazada por leguminosas rastreras perennes (Akobundu, 1987).

Además de la sombra, las interacciones alelopáticas, probablemente son otro de los mecanismos de acción involucrados en la supresión de las malezas. Kasasian (1971), señala la efectividad de *P. phaseoloides* en el control de la gramínea *Imperata cylindrica*. En ensayos de cultivos de maíz y frijol en Costa Rica, usando el follaje de madero negro (*Gliricidia sepium*) como cobertura, Obando (1987), encontró que, aún cuando la densidad total de malezas no disminuyó, las poblaciones de *Bidens pilosa* y *Melanpodium perfoliatum* se redujeron con la aplicación de 16 ton/ha de material vegetal.

Tanto en climas templados como tropicales, se han empleado especies gramíneas y leguminosas como coberturas vivas. Los pastos tienen un sistema radical fibroso y profundo que los hace particularmente útiles en la formación de la estructura del suelo, prevención de la erosión y mejoramiento de la infiltración del agua. Las leguminosas por su parte, no

* Monterroso, D. 1990. Proyecto MIP/CATIE, Turrialba, Costa Rica. Comunicación personal.

son tan eficientes como los pastos en mejorar la infiltración del agua, pero pueden contribuir con apreciables cantidades de materia orgánica al suelo, mediante la rápida descomposición de sus residuos (Finch y Curtis, 1983). A este respecto, a través de la Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales (RIEPT) del CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical), se han detectado, por estudios locales, las especies de leguminosas que mejor se adaptan a las condiciones de suelo y clima de los diferentes países de Norte, Centro y Sur América, las cuales estarían a disposición para ser probadas en sistemas agrícolas como coberturas vivas.

Jordan (1982), afirma que en huertos de cítricos en ciertas épocas del año, es necesaria una cobertura con gramíneas para reducir la temperatura del aire y lograr mejor calidad de frutos. Así mismo menciona que en vid, la competencia de *Cynodon dactylon* por nitrógeno del suelo, resulta ventajosa al final del verano para favorecer la concentración de azúcares en los frutos.

La macadamia es un cultivo que también responde favorablemente, durante ciertos periodos del año, a la competencia por nitrógeno con gramíneas (Firth *et al.*, 1988). Sin embargo, dado que en la mayoría de los suelos el nitrógeno es limitante, una cobertura a base de leguminosas sería más deseable (Graves *et al.*, 1988).

El empleo de especies leguminosas como coberturas vivas se ha hecho tanto en cultivos alimenticios anuales como en cultivos perennes. Akobundu (1982), ha mostrado que con una cobertura viva de leguminosas se pueden obtener altos rendimientos de maíz, cuando se usan retardantes del crecimiento para la leguminosa. Aldunate (1984), en Costa Rica, usando *Stizolobium deeringianum* como cobertura en maíz y manejado con dosis bajas del herbicida hormonal dicamba, logró rendimientos satisfactorios del cultivo.

Calopogonium mucunoides, *C. caeruleum*, *Centrosema pubescens*, *Mucuna cochinchinensis* y *P. phaseoloides*, son las especies más empleadas como coberturas vivas en plantaciones de hule en Malasia (Chee, 1981), en tanto que en Brasil en el mismo cultivo, *Canavalia paraguayensis* y *Calopogonium mucunoides* son las más utilizadas (Nazareno y Souza, 1985).

En plantaciones jóvenes de caucho, palma africana, cocotero y sisal es en donde más se han utilizado las leguminosas como cultivos de cobertura en Africa (Skerman *et al.*, 1988). Sin embargo, Akobundu (1982), afirma que los cultivos de plantación en Africa (cacao, café, palma africana, hule y té) ocupan más de 12 millones de ha y que son susceptibles de manejar mediante coberturas vivas de leguminosas, ya que en estas plantaciones, por lo menos durante los tres primeros años, el principal problema de los cultivos son las malezas.

Una cobertura viva con especies debidamente seleccionadas, además de suprimir malezas, puede aportar importantes beneficios adicionales a un agroecosistema. Las especies de gramíneas usadas como césped, especialmente en plantaciones de árboles frutales de clima templado, por tener un sistema radical fibroso, favorecen la formación de la estructura del suelo, previenen la erosión y mejoran la infiltración del agua. Las leguminosas por su parte tienen la habilidad de fijar nitrógeno (Finch y Curtis, 1983).

La presencia de una cobertura vegetal sobre la superficie del suelo, lo protege de la erosión, mantiene la humedad y regula la temperatura del suelo y del aire. Temperaturas más estables y moderadas y humedad adecuada, benefician la actividad microbiana y afectan positivamente el crecimiento y desarrollo de los cultivos (Daisley *et al.*, 1988).

Los aportes de materia orgánica al suelo, tienen efectos favorables sobre las propiedades físicas y químicas del mismo. La materia orgánica promueve una mayor actividad microbiana, lo cual favorece la fertilidad de un suelo (Firth, 1988).

Las coberturas vivas a base de leguminosas tienen su mayor beneficio en los aportes de nitrógeno que hacen al suelo mediante la fijación biológica. En simbiosis con rizobios nativos o introducidos, las leguminosas fijan cantidad importantes de nitrógeno en forma de biomasa, de forma que cuando ésta se descompone, este elemento se incorpora al suelo y puede ser utilizado por los cultivos y aumentar su rendimiento (Muñoz y Smith, 1988). El kudzú (*P. phaseoloides*) como cobertura viva en sisal puede fijar el equivalente a 650 kg de N/ha/año (Skerman *et al.*, 1988). Por otra parte, *Trifolium alexandrinum*, *Melilotus indica* y *Pisum sativum* pueden fijar hasta 89, 53 y 21 kg de N/ha/año, respectivamente (Singh, 1976). Sin embargo, se ha informado que algunas leguminosas, como *P. phaseoloides* o *C. pubescens*, las cuales tienen un sistema radical profundo, pueden competir por la humedad del suelo, cuando se usan como coberturas vivas en plantaciones de café (Kasasian, 1971).

Otros beneficios que las coberturas vivas en cultivos anuales o perennes pueden aportar son: 1) control de polvo que beneficia el desarrollo de ácaros, 2) control de la temperatura en huertos que requieren de una superficie del suelo fresca, temperatura del aire baja y un aumento de la humedad relativa, 3) reducción de la reflexión de la luz solar y características de color de los suelos que influyen en la incidencia de ciertas plagas de insectos (Graves *et al.*, 1988).

Muñoz y Smith (1988), han resumido los beneficios que las coberturas vivas a base de leguminosas pueden aportar en los sistemas de cultivo: 1) fijación biológica del nitrógeno; 2)

protección del suelo contra la erosión, al retenerlo con su sistema radical; 3) proporcionan un hábitat para insectos benéficos que, bajo determinadas circunstancias, podrían controlar a otros organismos plaga; 4) compiten contra las malezas y reducen sus poblaciones; 5) proveen alimento para el ganado; 6) se pueden usar como cobertura muerta; 7) incrementan la materia orgánica del suelo, mejorando su maniobrabilidad y, 8) permiten restituir los nutrientes a un área de siembra, especialmente en sistemas de rotación de cultivos.

Por la importancia que los cultivos de cobertura tienen, no sólo en el control de malezas, insectos y enfermedades, sino también por su impacto en la recuperación de suelos degradados, la conservación de aquellos en estado aceptable y en general en la sostenibilidad de sistemas de producción en climas templados y tropicales, es importante la investigación sobre métodos de evaluación y manejo de una gran diversidad de especies, principalmente leguminosas, que, aunque tienen algunas limitaciones, reúnen muchas de las características de una cobertura viva ideal, propuestas por Voelkner (1979) y Akobundu (1982). De acuerdo con estos autores, dichas características se pueden resumir de la siguiente manera: 1) fácil establecimiento, de preferencia en sistemas de cero labranza; 2) rápido y profuso crecimiento inicial; 3) capacidad para suprimir malezas por interferencia; 4) resistencia al sombreado; 5) extenso y profundo sistema radical que le permita resistencia a la sequía y la capacidad de rescatar nutrientes de capas profundas del suelo; 6) gran habilidad para fijar nitrógeno; 7) fácil manejo con herbicidas; 8) de preferencia de hábitos no trepadores; 9) resistencia a plagas y enfermedades y no ser hospedera de otras para el cultivo principal; 10) producción de semilla suficiente o propagación vegetativa y , 11) buena calidad como forraje.

Por otra parte, Voelkner (1979), considera que los mayores objetivos de la introducción de leguminosas de cobertura en sistemas de cultivo son: 1) la restauración de la fertilidad del suelo; 2) el control de malezas en los periodos de crecimiento del cultivo; 3) reducción de la labranza y demás labores; 4) retención y conservación del agua de lluvia, limitando la compactación y encostrado del suelo; 5) prevención de la erosión y, 6) reducción del gasto de energía en la mecanización y otros altos costos de la actual tecnología, la cual no está al alcance de los productores pobres del trópico.

De acuerdo a las características del cultivo principal y del tipo de agricultor, Chee (1981), considera que los siguientes problemas se deben considerar en el uso de coberturas vivas a base de leguminosas: 1) alto costo de establecimiento y mantenimiento; 2) baja calidad de la semilla de muchas especies, así como baja viabilidad; 3) pocos países producen comercialmente semilla de leguminosas para ser usadas como coberturas (Sri Lanka, India, Malasia y Filipinas) lo que aumenta los costos de establecimiento; 4) alta susceptibilidad a la competencia con malezas durante el establecimiento y, 5) muchas especies son trepadoras, lo que dificulta su manejo y disminuye la aceptación por los productores.

III. MATERIALES Y METODOS

3.1. ' Investigación con leguminosas de cobertura en cacao

Este experimento se realizó en la finca Experimental "La Lola", propiedad del CATIE, a 65 Km de Turrialba, carretera a Puerto Limón. La finca se localiza sobre una planicie aluvial, que forma parte del litoral atlántico de Costa Rica, a 60 msnm, con clima cálido húmedo, una temperatura media anual de 25.3°C y 3.670 mm de precipitación media anual. Los suelos se clasifican como "Aluviones Azonales" (IICA, 1963).

En el ensayo se usó el terreno de un experimento con clones promisorios de cacao, establecido el 14 de Julio de 1989, en la sección 25 de la finca (al oriente). Anteriormente el suelo estaba ocupado por una plantación de cacao, la cual se derribó cuatro meses antes para dar paso al nuevo ensayo.

La distancia de siembra del cacao fue de 2 X 2 X 4, un sistema utilizado en Malasia, el cual se llama "sistema de doble hilera". En forma simultánea con el tranplante del cacao, se sembraron, en triángulo, tres matas de "guandul" (*Cajanus cajan* (L.) Millsp.), como sombra temporal, además de plátano en los callejones de 4 m de ancho. Como sombra permanente se establecieron plantas de "guabo" (*Inga* sp.) a 6 X 9 m entre plantas.

Los materiales de cobertura con leguminosas se sembraron el 10 de octubre de 1989, usando parcelas de 2 X 5 m, en un diseño de bloques al azar con tres repeticiones (Fig. 1). La siembra se hizo manualmente bajo el sistema de cero labranza. El Cuadro 1 presenta la lista de tratamientos incluidos en el ensayo.

Cuadro 1. Leguminosas utilizadas durante la investigación de coberturas en el establecimiento del cultivo de cacao. La Lola, 1989.

No.	Tratamiento	Accesión CIAT	No de semillas por sitio
1	<i>Centrosema macrocarpum</i>	5452	6
2	<i>C. acutifolium</i>	5277	5
3	<i>C. pubescens</i>	438	5
4	<i>Desmodium ovalifolium</i>	350	Chorrillo
5	<i>D. ovalifolium</i>	3788	"
6	<i>Pueraria phaseoloides</i>	9900	5
7	<i>P. montana</i>	17277	3(1)
8	<i>Arachis pintoï</i>	17437	Estolones
9	<i>D. ovalifolium</i>	13089	Chorrillo
10	<i>Stizolobium deeringianum</i>	-----	3
11	Testigo Sin Cobertura	-----	-----

(1) 3 plantas por parcela.

De las especies probadas, de *A. pintoï* se sembraron tres hileras por parcela a 50 cm entre sí, usando estolones completamente desarrollados de 50 o más cm de largo y a 3 o 4 cm de profundidad, en forma continua sobre la hilera. Para *P. montana* se sembraron sólo tres matas por parcela a 1.0 m entre plantas y alineadas al centro de la parcela. De las especies sembradas por semilla sexual se sembraron 33 matas (sitios) con una tasa de siembra de 5 y 6 semillas por sitio (Cuadro 1), excepto para *D. ovalifolium*, el cual se sembró a "chorrillo", pero después de un mes se ajustó la población a 33 sitios o matas/parcela.

Como labores previas a la siembra se aplicó el herbicida glifosato para matar las malezas presentes, principalmente gramíneas, aráceas y ciperáceas. Además, fue necesaria la remoción de troncos y exceso de material vegetal acumulado en las parcelas, para facilitar la siembra de las leguminosas.

Como manejo del ensayo, se aplicó foxim 5 % granulado (fenilgloxilonitrilo-oxima-dietil fosforotioato 5 % p/p), a intervalos de 15 días, durante dos meses, para contrarrestar el

efecto de crisomélidos (*Cerotoma* sp.) y hormigas del género *Atta*. Un mes después de la siembra, la población de plantas de leguminosas se uniformizó a 1 planta por sitio, mediante aclareo.

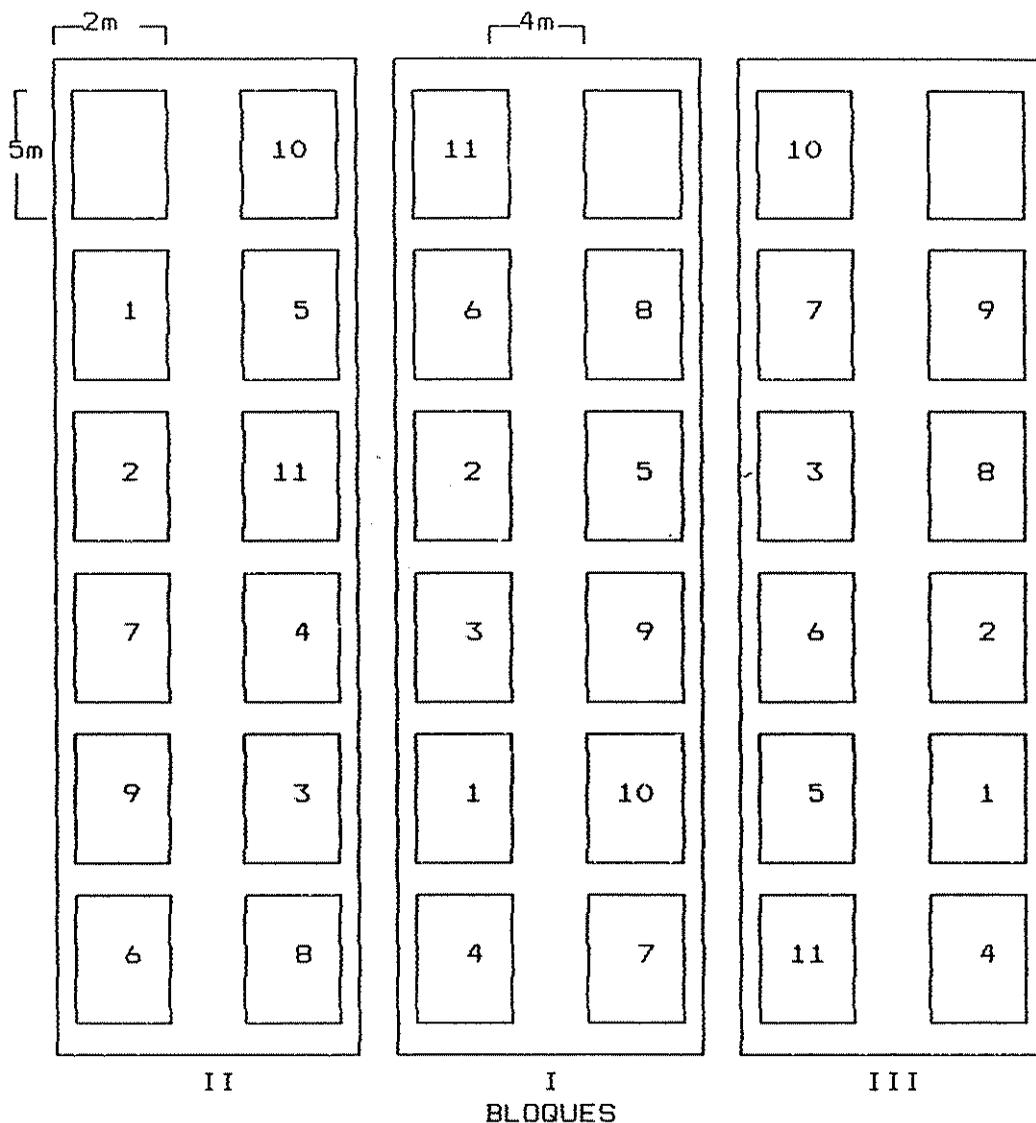


Figura 1. Distribución de tratamientos y bloques en el campo del ensayo con leguminosas de cobertura en cacao.

También se realizaron dos deshierbas manuales, o con machete donde fue posible, uno y dos meses después de la siembra. A los tres meses después de la siembra se realizó una poda del "guandul", eliminando las ramas de la parte de abajo,

para permitir mayor incidencia de la luz al cacao, ya que para estas fechas esta planta tenia una altura superior a 2.5 m.

3.1.1. Evaluaciones y análisis estadísticos

El establecimiento y desarrollo de las coberturas se evaluaron con base en las siguientes observaciones: porcentaje de cobertura de las leguminosas por sitio (Cobleg/sitio) mediante calificación visual de cinco muestras con un marco de 40 X 40 cm tomados al azar en cada parcela; altura de la cobertura (cm) en un total de cinco observaciones, y número de guías por planta en tres observaciones. Estas observaciones se hicieron sobre cinco plantas seleccionadas al azar, a intervalos de 30 días. Sólo durante las evaluaciones a los 90 y 150 días después de la siembra (dds) se calificó el porcentaje de cobertura de las leguminosas y de malezas en toda la parcela (Cobleg/parc y Cobmza/parc, respectivamente), ya que durante los dos primeros meses después de la siembra, las malezas se controlaron para favorecer el crecimiento de las leguminosas. El porcentaje de cobertura se calificó visualmente en una escala de 0 a 100 %.

Con el fin de determinar las especies de malezas dominantes, se efectuó la calificación, en porcentaje, de grupos (dicotiledóneas, gramíneas y ciperáceas) en cinco áreas de 40 X 40 cm, y un conteo de especies en los testigos en el mismo número de sitios que la calificación visual hecha en las demás parcelas. Esta evaluación se hizo durante la última calificación de cobertura, a los cinco meses después de la siembra, aunque también en estas parcelas se había deshierbado como en los demás tratamientos durante el primero y segundo mes después de la siembra.

Los datos de las variables evaluadas se sometieron a un análisis de varianza como un diseño de parcelas divididas (DPD) en el tiempo (fecha de muestreo) y las respectivas

comparaciones mediante la prueba de "T" para las medias ajustadas por mínimos cuadrados, dado que hubo datos faltantes por los daños causados por las hormigas, principalmente. También se analizaron los datos como un diseño de bloques al azar (DBA) para los muestreos 3 y 5. Por otra parte, las variables registradas por parcela, se analizaron en forma similar a las anteriores.

Se ajustaron regresiones entre el porcentaje de Cobleg/sitio y las variables altura y número de guías, así como para los porcentajes de Cobleg/parc y Cobmza/parc, para el muestreo 5. También se ajustó una regresión entre Cobleg/parc y Cobleg/sitio para el mismo muestreo.

3.1.2. Descripción de especies de leguminosas utilizadas en el experimento.

Las siguientes especies fueron proporcionadas por el Programa de Pastos Tropicales del CIAT, para ser probadas por su posible habilidad para suprimir malezas bajo las condiciones de cultivo del cacao y el pejíbaye. Estos materiales han sido evaluados bajo diferentes condiciones de suelos y climas por la Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales (RIEPT) del CIAT, y han resultado promisorias como plantas forrajeras por su alto índice de adaptación en las diferentes regiones de México, Centro y Sur América.

1. *Centrosema pubescens* Benth.--Planta herbácea, perenne, de crecimiento rastrero-estolonífero, y de hábito trepador que forma densas coberturas de 40 a 50 cm de espesor. Es, al igual que muchas especies del género, originaria de Sur América. Está adaptada a climas moderadamente húmedos o húmedos con precipitación media anual de 700 a 1.500 mm. Posee un sistema radical profundo que le permite tolerar hasta 4

meses de sequía. Es susceptible a bajas temperaturas (óptima a 23° C). No tolera el encharcamiento (Souza y Cardoso, 1980). Permite hasta por 5 años bajo la sombra de *Hevea brasiliensis*. Es más tolerante al sombreado que *P. phaseoloides* y *C. mucunoides* (Chee, 1981).

C. pubescens es una especie con una gran trayectoria de domesticación entre las leguminosas forrajeras tropicales (Roig, 1989). Es la primera leguminosa forrajera que se ha usado comercialmente como cultivo de cobertura en plantaciones de caucho, coco y palma africana en el Sureste de Asia, India, la región del Pacífico y parte de Africa (Broughton, 1977). También se le ha empleado como material para cobertura muerta en cultivos anuales alimenticios en Nigeria (Lal et al., 1978). Bajo condiciones de extrema humedad resulta muy afectada por el hongo causante de la "mustia hilachosa" (*Thanatephorus cucumeris*) (Gonçalves et al., 1986)

2. *C. acutifolium* Benth.--Planta herbacea de crecimiento estolonífero y de hábito ligeramente trepador. Es originaria de Sur América. Está bien adaptada a suelos ácidos de baja fertilidad. Es una especie muy cercana a *C. pubescens*, de la cual se diferencia sólo porque los laciniados (dientes) del caliz son más cortos que en *C. pubescens*. Crece bien prácticamente desde el nivel del mar hasta los 2.000 msnm y precipitaciones hasta de 2.130 mm. Posee un profundo sistema radical y puede tolerar hasta 3 o 4 meses de sequía (Schulze-Kraft et al., 1987). Se ha comportado con excelente adaptación y alto potencial productivo de materia seca en ensayos de la RIEPT en Brasil, Colombia, Costa Rica, Honduras, México, Panamá y Perú (Pizarro, 1985).

3. *C. macrocarpum* Benth.--*C. macrocarpum* y *C. grandiflorum* aparentemente constituyen una sola especie, por lo que Schulze-Kraft (1986), la considera como una misma especie. Especie de hábito de crecimiento rastrero con

adaptación a una gran variedad de condiciones ambientales y buena persistencia en el tiempo. Sus rangos de hábitat van desde los bordes del bosque en galerías de sabana, con una estación seca de 6 meses hasta los 4.000 mm/año (Duque *et al.*, 1986; Schultze-Kraft, 1986). La especie se adapta a suelos ácidos (pH de 4,5 a 5,5) y suelos menos ácidos o ligeramente alcalinos con alto nivel de bases intercambiables (Schultze-Kraft, 1986). Todas las especies del género producen buena cantidad de semilla proporcionándoles tutores (Schultze-Kraft, 1987). En áreas próximas al Ecuador produce poca semilla por ser sensible a la longitud del día, por lo que su hábito de reproducción por estolones tiene gran importancia como mecanismo de supervivencia (Schultze-Kraft y Keller-Grein, 1985).

4. *Desmodium ovalifolium* Wall.--Planta perenne, raramente de más de 75 cm de altura. Es nativa de Sureste de Asia. Se le encuentra especialmente en Sri Lanka, India, Los Himalayas, Burma, Tailandia, Indochina, Taiwan, Ryukyu y Japón, así como en las islas del Pacífico y Australia. Crece bien en el verano con 1.250 a 1.500 mm de lluvia. Es tolerante a la sequía por su sistema radical profundo y está adaptada a suelos minerales bien drenados. Sus plántulas son de bajo vigor y su establecimiento lento (Skerman *et al.*, (1988). Persiste bajo la sombra de plantaciones de hule por más de 10 años (Chee, 1981). En Costa Rica se le observa como cultivo de cobertura en plantaciones experimentales de pejibaye en la Estación Experimental del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) en Guápiles. También se le reporta en este mismo cultivo en el Perú (Grau-Alvarado, 1986).

D. ovalifolium CIAT-350, ha demostrado ser promisorio como acompañante del pasto *Brachiaria* spp. en pastizales de los Llanos de Colombia, por aumentar su rendimiento; sin embargo, es susceptible al nematodo de los nudos del tallo (*Pterotylenchus cecidogenus*) y a la falsa roya (*Sinchi-trium*

desmodii). En cambio la accesión CIAT-13089, sigue siendo una de las más tolerantes (CIAT, 1988).

5. *Stizolobium deeringianum* Bort., sinónimo *Mucuna pruriens* var. *utilis* (Wigth) Burck.--Planta herbácea de vigoroso crecimiento y de hábito trepador. Sus guías pueden alcanzar hasta 10 m de largo sobre tutores. Probablemente es nativa del Sur de Asia y Malasia. Se encuentra ampliamente distribuida en los trópicos. Se adapta a climas cálidos y húmedos. Comúnmente se le usa como cultivo de cobertura durante el barbecho de las tierras en la época de lluvias (650-2.000 mm). Se adapta a una amplia gama de suelos y no requiere de cepas específicas de *Rhizobium*. Sus mayores ventajas son el control de malezas, fijación de nitrógeno (hasta 330 kg/ha/año) y protección del suelo (Skerman *et al.*, 1988).

Se le puede emplear como cultivo de cobertura viva o muerta para prevenir infestaciones de malezas y conservar el suelo (Akobundu, 1987). La cobertura de esta leguminosa reduce en gran medida el problema de malezas; Sin embargo, algunas malezas como *Euphorbia heterophylla*, son capaces de crecer a través de él, sobre todo si éste es poco denso (Baryeh, 1987). En Costa Rica se le ha empleado como cobertura viva en maíz, obteniéndose un buen control de malezas y rendimiento del cultivo; sin embargo es necesario el uso de retardantes del crecimiento de la leguminosa, ya que tiene un crecimiento muy agresivo que la hace volcar al cultivo (Aldunate, 1984).

6. *Pueraria phaseoloides* (Roxb.) Benth.--Leguminosa perenne de lento establecimiento, pero de vigoroso crecimiento después de los 4 meses de edad. Posee guías trepadoras y nudos de las guías que enraizan en suelo húmedo, lo que favorece su crecimiento al formar una densa cobertura en 8 o 9 meses. Nativa del Sureste de Asia, Malasia, Indonesia y ahora está ampliamente distribuida en los trópicos húmedos. Generalmente

crece por abajo de los 600 msnm, pero en Colombia se le ha visto crecer hasta los 2.000 msnm. Crece muy bien con más de 2.500 mm de lluvia, pero con más de 2.000 mm es difícil su manejo en plantaciones de cacao. No tolera la sequía pero se adapta a gran variedad de suelos. Compite eficientemente contra malezas como *Cyperus rotundus* y adiciona gran cantidad de nitrógeno al suelo (Skerman *et al.*, 1988).

Es una de las leguminosas más empleadas como cultivos de cobertura en plantaciones de caucho y coco en Asia y Oceanía (Chee, 1981). En Costa Rica se emplea con este fin en plantaciones de palma africana en la región de Quepos, Parrita, en el Pacífico Central del país (observación personal).

7. *P. montana* var. *chinensis*.--Es una especie perenne de crecimiento rastrero estolonífero, de largas y vigorosas guías que pueden alcanzar más de 10 m de longitud. Es originaria de Tailandia (Jara Buri). La accesión CIAT-17277, probada por Roig (1989) en la Estación Experimental "Los Diamantes" del MAG en Guápiles, Costa Rica, resultó tener un alto índice de adaptación a las condiciones de clima cálido húmedo y suelos ácidos, gran rendimiento y calidad nutritiva como forraje.

B. *Arachis pintoi* Pinto.--Es una especie perenne de crecimiento rastroso y estolonífero, que produce buena cantidad de semilla subterránea poco tiempo después de su establecimiento, aunque se propaga eficientemente por estolones. Por poseer un alto número de estolones enraizados/m² en el suelo, se facilita no sólo su anclaje en el suelo, sino también su reacción a factores adversos como insectos, enfermedades, etc. Es originaria de Bahía, Brasil. Se le ha encontrado creciendo desde el nivel del mar hasta los 1.450 msnm. Se adapta a lugares con precipitación bien distribuida y sequía que no sobrepase los cuatro meses. *A. pintoi* CIAT-17437 tiene buena resistencia a plagas y enfermedades (Graf, 1985).

Se adapta a suelos ácidos y se le ha observado creciendo bien en cultivos de banano, café, cacao y pejibaye en algunas áreas de estos cultivos en Costa Rica.

3.2. *Arachis pintoi* como cobertura viva en cacao

El propósito de esta investigación fue estudiar con más detalle el desarrollo de la cobertura de este material, usando diferentes distancias de siembra, longitud y edad del material vegetativo empleado en su propagación.

El ensayo se instaló el 16 de enero de 1990, bajo las mismas condiciones de suelo y clima que el ensayo general de coberturas descrito anteriormente, pero con un mayor sombreado del suelo, debido al mayor crecimiento que el *C. cajan* había alcanzado para esta fecha.

Se probaron 11 tratamientos (Cuadro 2) en un diseño de bloques al azar con tres repeticiones en parcelas de 2 X 2, distribuyendo los tratamientos en forma similar al experimento anterior.

El material de siembra consistió de estolones completamente desarrollados, proporcionados por el Programa de Pastos Tropicales del CIAT, en la Estación Experimental "Los Diamantes", en Guápiles. Para la siembra se seleccionaron estolones completamente desarrollados, realizando cortes de 20 y 30 cm de longitud, tanto de la parte basal (B) como terminal de los mismos (T). Como se puede ver en el Cuadro 2, para cada uno de los tratamientos se establecieron dos densidades de siembra: a 50 y 100 cm entre estolones y surcos. La siembra se realizó con azadón, a una profundidad de 3 o 5 cm, en parcelas de campo iguales a las del experimento anterior (Fig. 1).

Cuadro 2. Descripción de las variables estudiadas en *Arachis pintoi* durante su establecimiento en el cultivo de cacao. La Lola, 1990.

Tratamiento (Fracción del estolón)	Descripción	
	Dist. surcos (cm)	Long. estolón (cm)
1 Basal (B)	50	20
2 Terminal (T)	50	20
3 Basal (B)	50	30
4 Terminal (T)	50	30
5 Basal (B)	100	20
6 Terminal (T)	100	20
7 Basal (B)	100	30
8 Terminal (T)	100	30
9 Est. completo	50	--
10 Est. completo	100	--

Como labores de mantenimiento del ensayo se aplicó el insecticida-nematicida carbofuran 10% p/p, para contrarrestar el daño de plaga insectiles y "babosa". También se realizaron dos deshierbas manuales a los dos y tres meses después de la siembra, aún cuando las malezas tenían poco crecimiento y abundancia, debido quizá a la falta de lluvia, pues estas fueron escasas durante los tres primeros meses del año (Fig. 2).

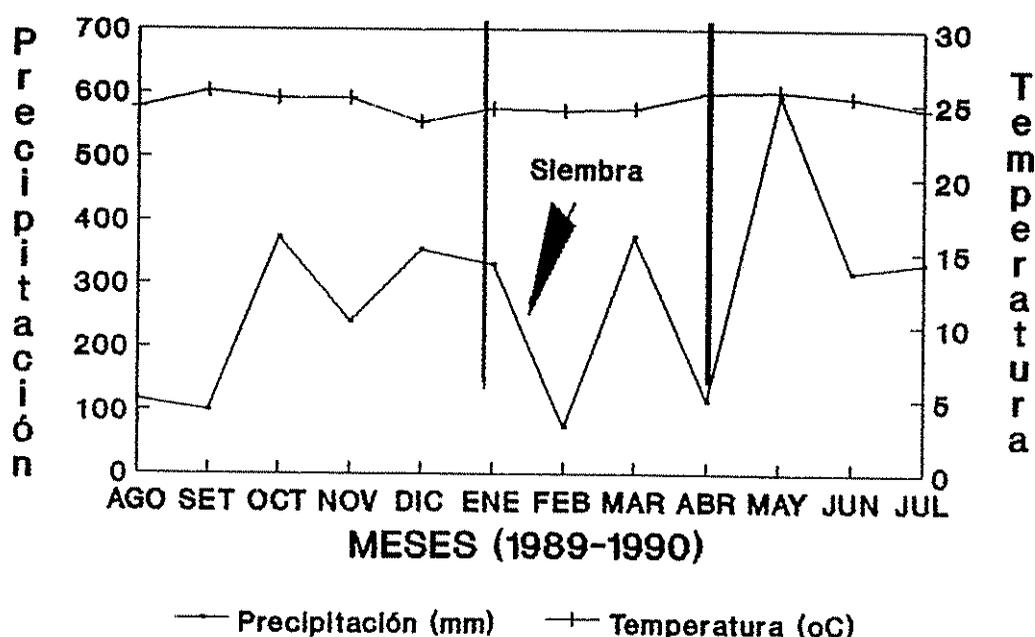


Figura 2. Precipitación y temperatura durante el periodo de estudio en La Lola.

3.2.1. Evaluaciones y análisis estadísticos

Previo a la siembra se realizó un conteo del número promedio de nudos en las fracciones usadas como semilla, con el fin de relacionar estas con el prendimiento del material. Un mes después de la siembra se contó el número de brotes de la leguminosa por parcela, con lo cual se determinó el prendimiento del material de siembra.

A partir de los 50 y hasta los 150 días después de la siembra se realizó el registro del porcentaje de cobertura de la leguminosa y de malezas en cada parcela (Cobleg/parc y Cobmza/parc), respectivamente).

Los datos de porcentaje de cobertura de la leguminosa y de malezas por parcela se sometieron a análisis de varianza en un diseño de parcelas divididas (DPD), considerando las fechas de muestreo como la subparcela (9/III/1990; 20/III/90; 3/IV/90; 19/IV/90 y 18/V/90; 20/VI/90), esto con el fin de ver el comportamiento de las variables a través del tiempo.

Por otra parte, a los 50, 75 y 150 dds se realizaron análisis de varianza para las dos variables en un diseño de bloques al azar, para determinar los índices de cobertura en estos tres periodos.

Los datos se ajustaron por mínimos cuadrados por los datos faltantes y las comparaciones de medias se hicieron mediante la prueba de "T".

3.3. Investigación con leguminosas de cobertura en pejibaye (B.gasipaes)

Esta investigación se realizó en el Campo Experimental "La Montaña", propiedad del CATIE, en Turrialba, Costa Rica,

localizado a los 9° 52' latitud N y 83° 38' latitud O; 590 msnm: con precipitación y temperatura media anual de 2.563 mm y 22 °C, respectivamente (Holdridge, 1982). El suelo corresponde a la categoría de Humitropept Típico Fino Haloisítico Isohipertérmico (Soil Conservation Service, 1987).

El trabajo se instaló en los callejones de una plantación de pejibaye (*B. gasipaes*) destinado a la producción de palmito. Este cultivo se había trasplantado el 15 de julio de 1989, a una densidad de 2.000 plantas/ha (2.5 m entre hileras y 2.0 m entre plantas), sobre un suelo anteriormente cultivado con caña de azúcar.

El propósito de este trabajo fue el de complementar las observaciones que sobre coberturas se habían realizado en el cultivo de cacao, en las investigaciones referidas anteriormente. Se consideró principalmente que el estudio de las especies de *Centrosema* y *P. phaseoloides* en el cultivo de cacao se dificultó por los fuertes daños causados por las hormigas.

Las leguminosas *C. macrocarpum*, *C. acutifolium*, *C. pubescens* y *P. phaseoloides*, fueron proporcionadas por el Programa de Pastos Tropicales del CIAT, para ser probadas por su posible habilidad para establecerse bajo las condiciones de cultivo del pejibaye en Turrialba, Costa Rica (Cuadro 3).

Cuadro 3. Leguminosas de cobertura probadas en pejibaye.

No. Tratamiento	Accesión CIAT	Tasa de Siembra*
1 <i>Centrosema macrocarpum</i>	5452	6
2 <i>C. acutifolium</i>	5257	5
3 <i>C. pubescens</i>	438	5
4 <i>Pueraria phaseoloides</i>	9900	5
5 Testigo Sin Cobertura	----	-

* No. de semillas por sitio.

La siembra del material se realizó manualmente el 23 de enero de 1990. Se usaron parcelas de 2m X 7m, sembrando tres surcos a 50 cm entre sí de cada una de las especies. En cada extremo de las parcelas se delimitaron subparcelas de 2m X 2m, en las cuales las plantas de la cobertura se distanciaron entre sí a 25 cm, para lograr una población que permitiera realizar muestreos destructivos de 10 plantas/parcela cada 10 días. En las subparcelas centrales de 2m X 3m, las plantas se dejaron a una distancia de 50 cm.

El diseño utilizado fue el de bloques al azar (DBA) con cuatro repeticiones y cinco tratamientos, incluyendo al testigo sin cobertura de leguminosas (Fig. 3).

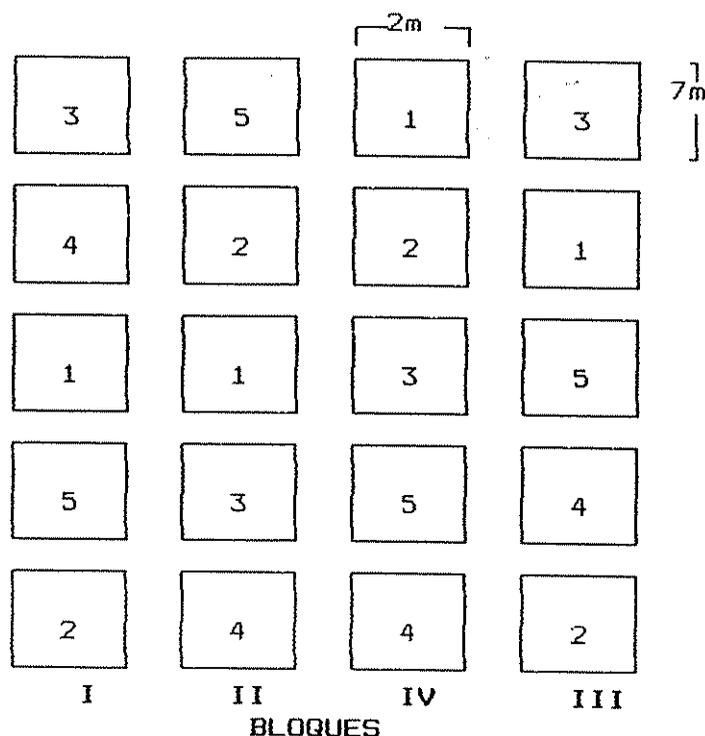


Figura 3. Distribución de los tratamientos y bloques en el estudio con leguminosas de cobertura en pejíbaye.

Previo a la siembra se efectuó un deshierbe manual para eliminar las malezas presentes, principalmente *Rottboellia cochinchinensis* (Lour.) W. D. Clayton y *Panicum Trichoides*

Swartz. Al momento de la siembra, seis meses después del trasplante del pejibaye, se aplicó el insecticida foxim 5 % granulado, para el control de crisomélidos. Quince días después de la siembra, la población de leguminosas se uniformizó mediante aclareo a una planta por sitio. Se realizaron dos deshierbas manuales a los 30 y 60 días después de la siembra (dds), para permitir el crecimiento de las leguminosas libres de competencia durante este periodo de establecimiento, tal como lo recomiendan Argel *et al.* (1975).

3.3.1. Evaluaciones y análisis estadísticos

A partir de los 17 dds, en las parcelas de 2 X 2 , se iniciaron los muestreos a intervalos de 10 días y en un total de cinco, arrancando con todo y raíz 10 plantas/muestreo, para determinar en laboratorio el peso seco por planta, altura del eje central de la planta (desde el cuello de la raíz hasta la base de la última hoja desarrollada) y el número de hojas trifolioladas por planta. En el caso de *P. phaseoloides* éstas variables sólo se registraron en el quinto muestreo (57 dds), ya que el porcentaje de germinación fue muy bajo (35 %) y la reducida población no permitió los muestreos anteriores.

Dentro de la parcela central de 2 X 3, se marcaron cinco plantas al azar, para realizar observaciones aproximadamente cada 10 días, sobre el número de trifolios, altura del eje central, número y longitud de guías. Los porcentajes de cobertura de las leguminosas se calificaron por parcela y por cinco áreas de 40 X 40 cm tomadas al azar en cada parcela. También el porcentaje de cobertura de las malezas se determinó por parcela. Además, se registró el número de plantas de las leguminosas. Los porcentajes de cobertura se calificaron visualmente en base a una escala de 0 a 100 %.

Los datos recolectados se sometieron a análisis de varianza considerando un diseño de parcelas divididas en el tiempo (DPD) en un diseño de bloques al azar (DBA). Las observaciones se analizaron individualmente para cada época de muestreo y en forma conjunta. De igual forma se efectuaron las respectivas comparaciones de medias mediante la prueba de rango múltiple de Duncan. Para los porcentajes de cobertura de leguminosas y malezas en toda la parcela, se realizó un análisis de covarianza, considerando el número de plantas de las leguminosas como covariable.

3.4. Relación entre leguminosas de cobertura y nematodos

Frecuentemente el beneficio de la cobertura de leguminosas no sólo se limita al mejoramiento del suelo (nutrición, materia orgánica y protección contra la erosión), sino que también pueden intervenir contra algunos nematodos del suelo.

Con la finalidad de estudiar esta última observación, se planteó este experimento, usando, por mayor facilidad de manejo y control, el cultivo del tomate y el nematodo asociado con la enfermedad conocida como "Corchosis del Cafeto" *Meloidogyne arabicida* López y Salazar.

El nematodo utilizado, *M. arabicida*, se obtuvo originalmente de plantas de cafeto (*Coffea arabica* cv. Caturra) provenientes de la localidad de Juan Viñas, provincia de Cartago, Costa Rica. Este nematodo se multiplicó en plantas de tomate cv. "Dina guayabo", la cual es tolerante a bacteriosis (*Pseudomonas solanacearum*) y altamente susceptible al nematodo.

Las especies de leguminosas estudiadas fueron proporcionadas por el Programa de Pastos Tropicales del CIAT y

consistieron de los siguientes materiales: *Pueraria phaseoloides* CIAT-9900, *Desmodium ovalifolium* CIAT-350, *Centrosema macrocarpum* CIAT-5452, *C. acutifolium* CIAT-5277, *C. pubescens* CIAT-438 y *Arachis pintoï* CIAT-17434. La propagación de estas especies se hizo por semilla escarificada y tratada previamente contra hongos, excepto para *A. pintoï*, del cual se usaron estolones de 20 cm de largo con 3 a 4 nudos.

Tanto las semillas de las leguminosas como las de tomate se pusieron a germinar en suelo (1:1, suelo de monte y arena) esterilizado con 453 g de bromuro de metilo/m³ de suelo. En el caso de *A. pintoï* se trajeron estolones directamente del campo y se lavaron con agua corriente.

Plántulas de leguminosas de 4 semanas de edad se trasplantaron a razón de una por maceta en un kg de suelo (1:1 suelo de monte y arena) esterilizado con vapor, para un total de 10 macetas por especie de leguminosa. Cuatro semanas después a cada una de estas macetas se trasplantó una plántula de tomate de 3 semanas de edad. Paralelamente en 10 macetas adicionales se trasplantaron dos plántulas de tomate, las cuales sirvieron como testigo.

Leguminosas y tomate se asociaron durante 5 semanas, al final de cuyo periodo la mitad de las macetas (con leguminosas + tomate y el testigo sólo con tomate) se inocularon con 5.000 ± 236 nematodos por maceta, lo cual se determinó mediante el macerado de 20 g de raíces de tomate severamente agalladas y previamente desinfectadas con hipoclorito de sodio al 1% durante un minuto. La extracción de nematodos se hizo por el método de centrifugación en solución concentrada de sacarosa (460 g de azúcar/l de agua) a 2.000 rpm, durante dos minutos, determinándose así el número promedio de nematodos por gramo de raíz agallada. Las 5 macetas restantes con leguminosa y tomate y tomate sólo, se usaron como testigos. Las macetas se

dispusieron sobre la mesa de una caseta de mallas en un diseño completamente aleatorizado.

3.4.1. Evaluaciones y análisis estadísticos

Cinco semanas después de la inoculación, se evaluaron los tratamientos, registrándose el índice de agallamiento medido en porcentaje de raíz con agallas (de 1 a 100%); índice de protección, obtenido mediante la diferencia entre la protección total (100%) y el porcentaje de agallamiento obtenido. También se determinó para todos los tratamientos el peso fresco de raíz y peso seco de la parte aérea de las plantas.

Los resultados se analizaron estadísticamente mediante un análisis de varianza y las respectivas comparaciones de medias por la prueba de rango múltiple de Duncan.

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. Leguminosas como cobertura en el cultivo de cacao

Con relación al porcentaje de cobertura de las leguminosas por sitio (cinco áreas de 40 X 40 cm por cada parcela), *P. montana* y *S. deeringianum* fueron las especies que mostraron la mayor cobertura a través del tiempo. *A. pintoii* y *P. phaseoloides* aún cuando mostraron un desarrollo de la cobertura estadísticamente similar a *S. deeringianum*, fueron mucho menos agresivas (Cuadro 4).

Las demás leguminosas no lograron mayor desarrollo de la cobertura, pues las tres especies de *Centrosema* e inclusive *P. phaseoloides*, sufrieron daños muy severos por hormigas, prácticamente desde la emergencia hasta los 2.5 meses después de la siembra. Para esta época ya las plantas de sombra temporal de *C. cajan* tenían aproximadamente 2.5 m de altura y producían abundante sombra, lo que pudo también limitar el desarrollo de estas especies, principalmente las que sobrevivieron de una tercera resiembra, necesaria ante el daño permanente de las hormigas que destruían las plántulas recién emergidas. Con estas especies fue necesario hacer tres resiembras, cada una con la aplicación de insecticida al suelo (Volatón). A pesar de esto, no se logró evitar el fuerte daño que redujo notoriamente su población.

Las accesiones de *D. ovalifolium*, no mostraron mayor desarrollo y sus plántulas presentaron un vigor muy limitado, aún cuando se tiene información que crecen bien bajo sombra (Skerman *et al.*, 1988) y se les usa en plantaciones de pejibaye como coberturas vivas (Grau-Alvarado, 1986) y caucho (Chee, 1981).

Bajo condiciones de plena luz y siembra al voleo, esta misma especie ha mostrado hasta 60 % de cobertura en sólo tres

meses después de la siembra (Giraldo *et al.*, 1985), por lo que se recomienda su siembra al voleo, preferiblemente antes del establecimiento del cacao o de cultivos perennes como el pejibaye, para permitirle desarrollarse sin la sombra de la plantación.

En lo que respecta a la altura o espesor de la cobertura, se observó que *P. montana* y *S. deeringianum* fueron superiores al resto de los materiales (Cuadro 5). Para este último material, se dificultó la toma de datos a los 90 días y fechas siguientes, debido a su rápido crecimiento y a su hábito trepador. A los 90 días las guías de esta especie se habían enredado en las ramas de las plantas de cacao y de "guandul", por lo que fue necesario cortar dichas guías. Una situación similar se presentó con *P. montana*, pues esta especie también resultó muy agresiva contra las plantas del cultivo y la sombra temporal.

Para los demás materiales, únicamente *C. pubescens* y *C. macrocarpum* presentaron un valor alto de crecimiento, aunque inferior al de los dos materiales referidos anteriormente. A los 90 y 150 dds *P. montana* obtuvo los mayores valores de cobertura, número de guías y espesor o altura de la cobertura (Cuadros 5 y 6; Figs. 4 y 5).

Para *P. montana* y *S. deeringianum* se nota una correlación entre el porcentaje de cobertura y sus valores para el número de guías y la altura de la cobertura. Para el resto de los materiales no se observó esta relación. Posiblemente estos últimos materiales aún cuando inicialmente presentaron un grado de desarrollo normal, su posterior crecimiento no fue favorecido por las condiciones de clima, sombreado y suelo. Algunos como se indicó antes, por la susceptibilidad al ataque de insectos.

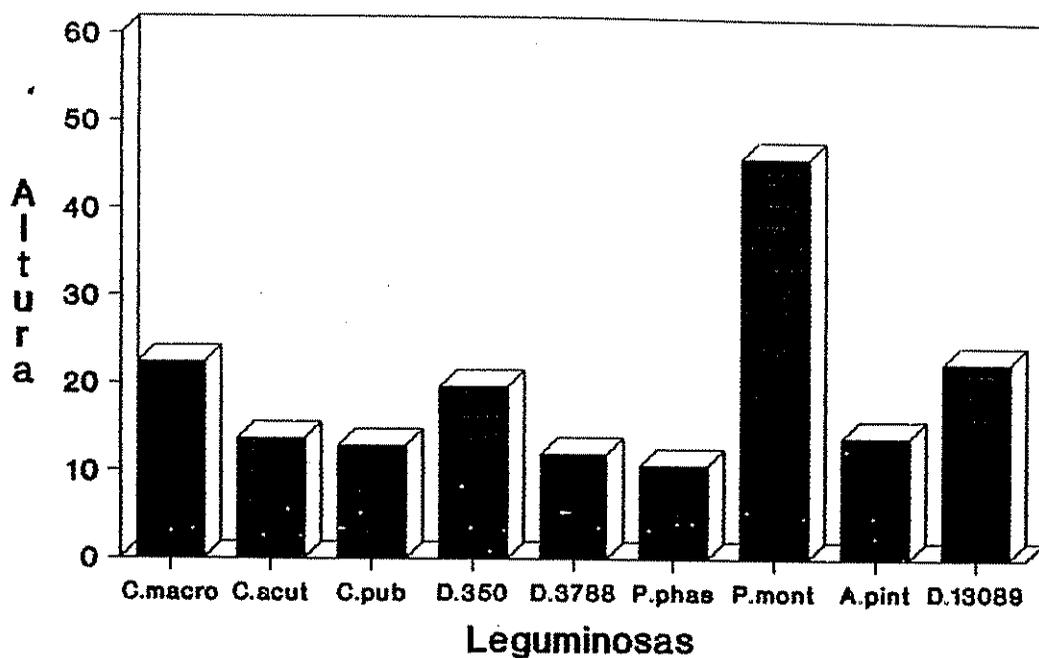


Figura 4. Altura o espesor de las coberturas a los 150 días después de la siembra.

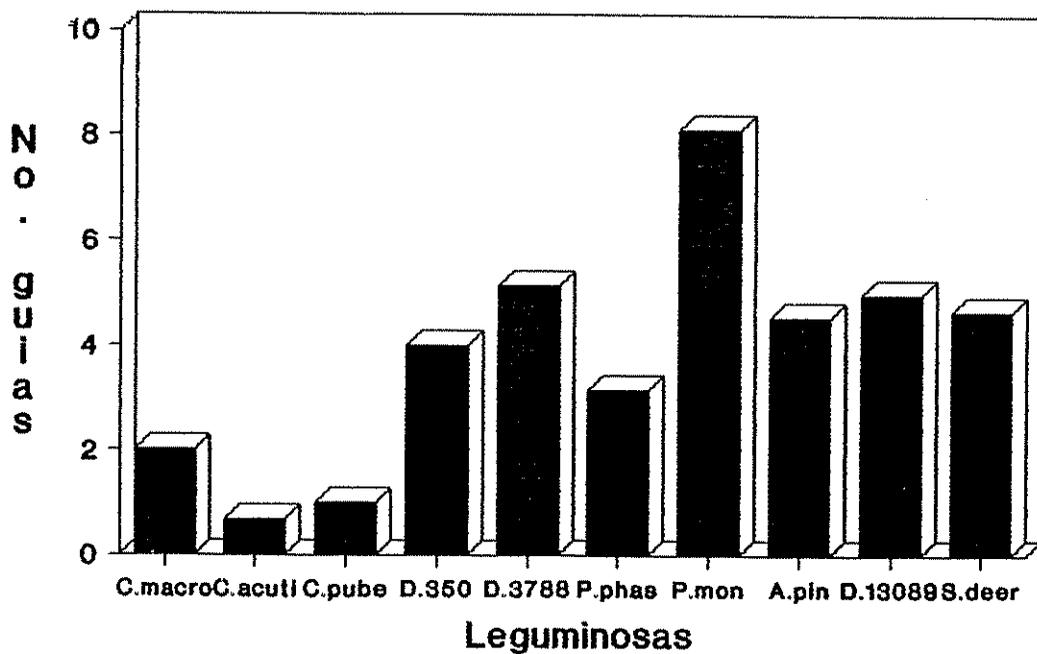


Figura 5. Número de guías de cada cobertura a los 150 días después de la siembra.

Cuando se analizó la información obtenida en los recuentos sobre crecimiento para cada época de muestreo, se pudo observar el comportamiento competitivo de cada material. A los 150 dds, *P. montana* y *S. deeringianum* también fueron las especies dominantes en porcentaje de cobertura por sitio. Para esta época *A. pintoi* y *P. phaseoloides* tenían un valor de cobertura estadísticamente similar a *S. deeringianum* (Cuadro 6). Esto muy posiblemente está asociado con la gran capacidad de ramificación de estos dos materiales, lo que compensó el poco espesor o altura de su cobertura.

Cuando las comparaciones de cobertura se hicieron, ya no para las muestras tomadas en cinco áreas de 40 X 40 cm, dentro de cada parcela, sino en toda la parcela, se encontraron diferencias entre especies de leguminosas (Cobleq/parc) y para malezas (Coplza/parc). A los 150 dds, *S. deeringianum*, *P. montana*, *A. pintoi* y *P. phaseoloides*, fueron las leguminosas con los mayores índices de cobertura (Cuadro 7; Fig. 6).

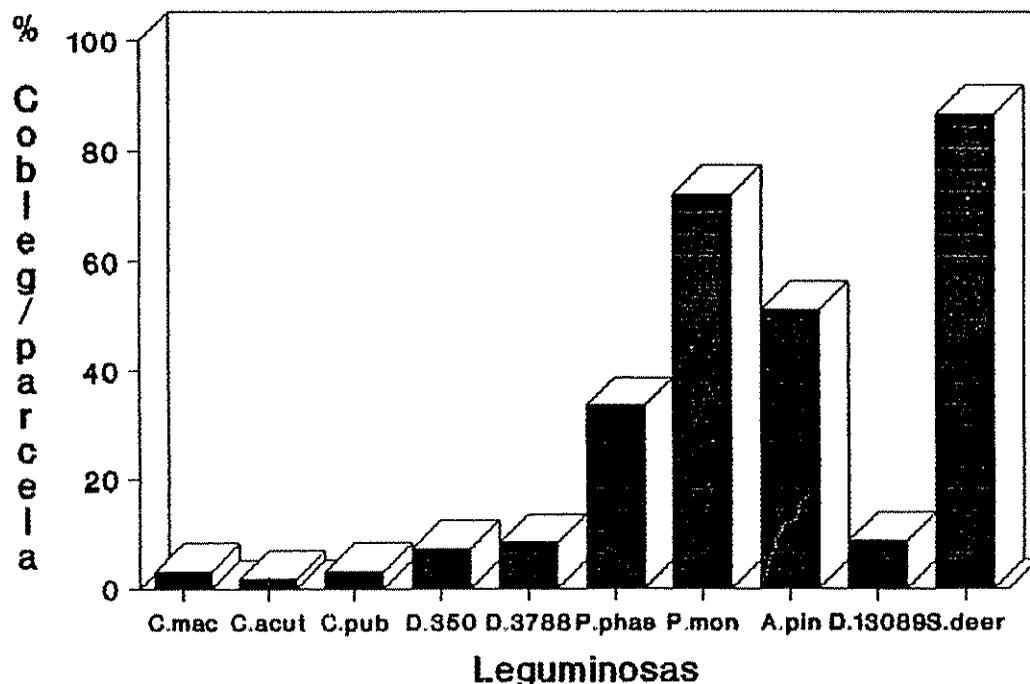


Figura 6. Porcentaje total de cobertura de las leguminosas a los 150 días después de la siembra.

Es importante destacar aquí el desarrollo de *A. pintoi*. Debido a las pocas lluvias, solamente una parcela de este material localizado en una parte más baja y húmeda, logró un crecimiento y desarrollo normal. En esta parcela *A. pintoi* logró un porcentaje de cobertura superior al promedio de las mejores coberturas (*S. deeringianum* o *P. montana*). Lo anterior hace pensar que este material durante su establecimiento es muy exigente de humedad en el suelo.

Los valores de Cobmza/parc fueron mayores en los tratamientos donde se obtuvieron los más bajos porcentajes de Cobleg/parc, lo que indica que hubo un efecto depresivo y dominante de las leguminosas sobre las malezas (Cuadro 8; Fig. 7).

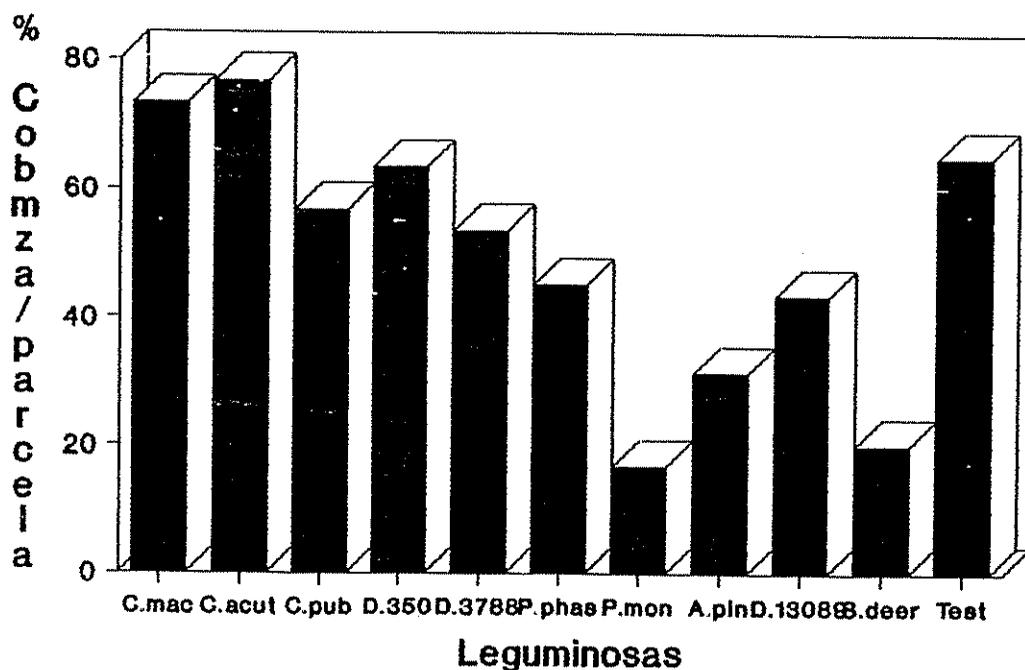


Figura 7. Porcentaje de cobertura total de malezas a los 150 días después de la siembra.

En este sentido, al realizar el análisis de varianza para los datos de porcentaje de cobertura de malezas/sitio, para los tres grupos principales de malezas presentes, sólo se detectaron diferencias significativas entre tratamientos para el grupo de las gramíneas, en donde los tratamientos con *C. acutifolium* y el testigo presentaron el mayor porcentaje de cobertura de éstas (Cuadro 9). Se debe recordar que las tres especies de *Centrosema* sufrieron fuertes daños en la población debido al permanente ataque de las hormigas.

Así mismo, se realizó un análisis de regresión para los datos de los tres grupos de malezas y el total de malezas, encontrándose que el grupo que más contribuyó con el porcentaje de cobertura total de malezas detectadas, fueron las gramíneas ($b=0,80$, $PR>/T/=0,0001$; $R^2=0,52$ y $C.V.=58,77$), como se observa en la Figura 8. Entre estas se destacaron *Paspalum fasciculatum*, *Panicum trichoides* y *Digitaria* sp.. Las dicotiledóneas más abundantes fueron *Peperomia pellucida*, *Alternanthera* sp., *Browalia* sp. y *Oxalis* sp.; en tanto que de las ciperáceas, *Cyperus lusulae* y *C. brevifolia* fueron las más abundantes.

Con los datos de Cobleg/parc y Cobmza/parc a los 150 dds, se ajustó una regresión y se encontró que un buen crecimiento y desarrollo de la cobertura en los diferentes tratamientos, afecta el desarrollo de las malezas o viceversa ($b=-1,17$; $PR>/T/=0,0001$; $R^2=0,71$; $C.V.=72,42$).

Por otra parte, la regresión entre Cobleg/parc y Cobleg/sitio, para los datos recabados a los 150 dds, indicó que resulta prácticamente igual realizar las observaciones por sitio que por parcela ($(\text{Cobleg/parc}) = 1,44 + 0,99 (\text{cobleg/sitio})$; $PR>/T/= 0,0001$; $R^2=0,91$; $C.V.= 41,51$), por lo que se recomienda la calificación visual total por parcela para esta variable, por ser quizá este sistema más fácil y más confiable.

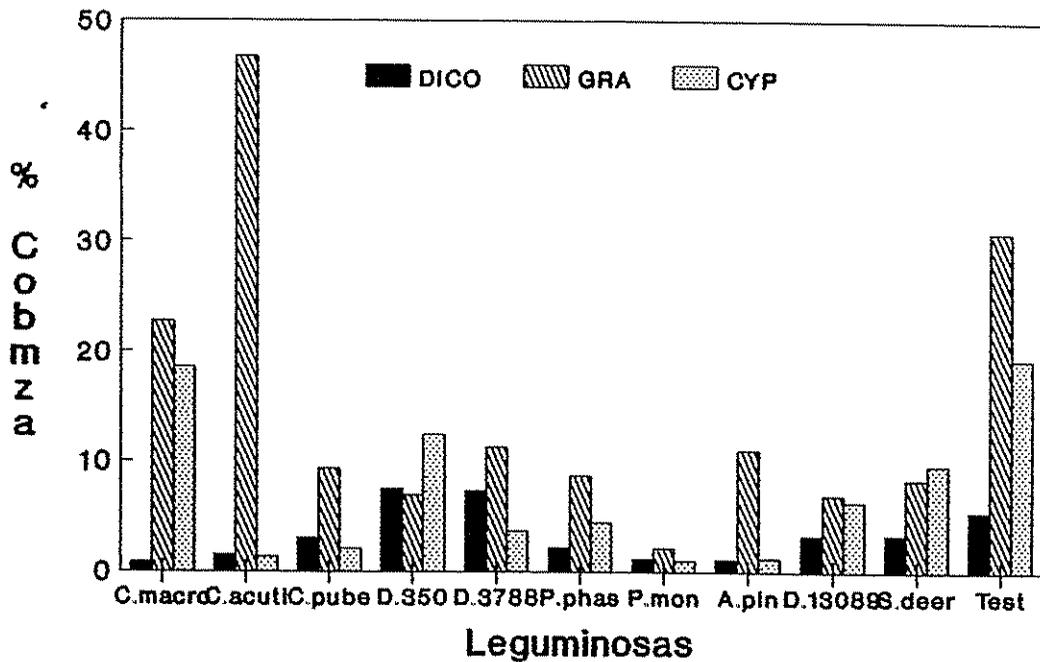


Figura 8. Porcentaje de cobertura por grupos de malezas a los 150 días después de la siembra.

Los resultados anteriores indican que *P. montana*, *S. deeringianum* y *A. pintoii*, son las leguminosas que mejor se adaptaron a las condiciones del presente trabajo. Estas especies mostraron superioridad en cuanto a los porcentajes de cobertura, tanto por sitio (40 X 40 cm) como por parcela, mayor altura o espesor de la cobertura y número de guías por planta. Es evidente que estas características les permiten competir ventajosamente contra las malezas. Estas características dan vida al principio ecológico de desplazamiento competitivo propuesto por N.A.S. (1978), según el cual, una especie vegetal esta capacitada para desplazar a otra en función de su capacidad competitiva, la ocupación temprana del sitio y el desarrollo oportuno de sus estructuras vegetativas.

Con las regresiones entre el porcentaje de cobertura de la leguminosa por sitio, la altura o espesor de la cobertura y

el número de guías por planta a los 150 dds, se encontró que el número de guías es la variable que más contribuyó al índice de cobertura ($b=9,32$, $PR>/T/= 0,0001$, $R^2=0,46$, C.V.=99,70), en tanto que la altura de la cobertura no contribuyó significativamente ($b=0,90$; $PR>/T/=0,0716$; $R^2=0,11$; C.V.=127,40).

Además de los altos índices de cobertura mostrados por las especies *P. montana* y *S. deeringianum*, aunado a la altura de la cobertura y el número de guías, se puede decir que éstas tienen un alto índice de adaptación a las condiciones ambientales de la finca y al manejo del cultivo, según el concepto de Índice de Adaptación expuesto por Toledo y Schultze-Kraft (1982). Sin embargo, las especies de hábito de crecimiento trepador, como *P. montana*, *S. deeringianum* y *P. phaseoloides* pueden ocasionar serios trastornos a las plantas jóvenes de cacao. Chee (1981), señala que este es uno de los problemas que limita la aceptación de este tipo de especies como cultivos de cobertura. Con base en esto, se hace necesario investigar sobre métodos de manejo de estas especies que las hagan más accesibles y aceptables a los pequeños productores del trópico. El uso de retardantes del crecimiento podría ser una alternativa, como lo demostró Aldunate (1984), con *S. deeringianum* en maíz. Akobundu (1987), afirma que bajas dosis de herbicidas hormonales pueden resolver este problema sin causar gastos excesivos al productor.

Especies de crecimiento rastrero no trepador, como *A. pintoii* o *D. ovalifolium* de crecimiento semierecto, por razones de manejo, serían más deseables para este tipo de plantaciones. En plantaciones semicomerciales de pejibaye en Turrialba, Costa Rica, se ha establecido como cultivo de cobertura a *A. pintoii* y *D. ovalifolium* con buenos resultados en cuanto a su adaptación y competencia con malezas. No obstante, con *A. pintoii* se ha observado un amarillamiento del pejibaye que se puede deber a competencia por nitrógeno,

posiblemente porque ambos sistemas radicales son superficiales y se encuentran en estrecha proximidad. Por otra parte, bajo una plantación de banano, propiedad de ASBANA, en "28 Millas", Costa Rica, también se ha visto crecer adecuadamente a *A. pintoï* (observación personal). En el caso de *D. ovalifolium*, su mayor limitante fue su lento crecimiento, lo que lo hace susceptible a la competencia con malezas y consecuentemente requiere de un mayor periodo de desmalezado.

En fincas pequeñas, generalmente la mano de obra está disponible tanto para el manejo del cultivo principal como la cobertura. Este manejo de las coberturas se refiere a las labores relacionadas con su establecimiento, al control de malezas y plagas y al manejo de su hábito de crecimiento. Argel *et al.* (1975) y Pinzón *et al.* (1989), han realizado pruebas exitosas de herbicidas selectivos para el manejo de algunas de las leguminosas probadas en este experimento. Baryeh (1987), afirma que con medidas mecánicas complementarias, como el deshierbe manual, el uso de cultivos de cobertura puede ser una práctica efectiva y económica de controlar malezas en sistemas agrícolas tropicales.

Si la cobertura como tal es exitosa, el costo de la mano de obra o reguladores del crecimiento para evitar su agresividad contra el cultivo puede ser menor y, ecológicamente más apropiado, que la práctica de deshierbe manual o con herbicidas.

4.2. *Arachis pintoï* como cobertura viva en el cultivo de cacao.

La investigación propuesta para conocer más a fondo el desarrollo y manejo del material de propagación de *A. pintoï*, se analiza y discute a continuación.

El análisis de los resultados para el prendimiento de diferentes longitudes y edades de estolones de *A. pintoii*, mostró diferencias ($p=0,05$) en el número de brotes por parcela. Estas diferencias estuvieron más relacionadas con el número inicial de nudos sembrados, que con la edad del segmento utilizado (basal o terminal) o la longitud del mismo (Cuadro 10).

Desafortunadamente después de esta evaluación se aplicó glifosato accidentalmente, sobre algunos tratamientos en la repetición I del experimento.

Los valores de cobertura de la leguminosa y de las malezas mostraron diferencias entre tratamientos ($p\leq 0.05$) cuando se analizaron como un DPD a través de seis muestreos. El porcentaje de cobertura de *A. pintoii*, en los tratamientos distanciados a 50 cm entre surcos y plantas, fueron los más sobresalientes, independientemente de pertenecer a la parte basal o terminal y de la longitud del estolón.

Los tratamientos con la parte terminal del estolón y con mayor densidad de siembra, mostraron una tendencia a alcanzar mayor cobertura, aún cuando estos valores fueron tan bajo que su efecto sobre las malezas no se alcanzó a expresar (Cuadro 11).

Los tratamientos con los mayores índices de cobertura de malezas resultaron los que tenían menores densidades de siembra de la leguminosa. El testigo sin cobertura, fue el que tuvo la más alta incidencia de malezas, en tanto que los menos infestados fueron los de mayor densidad de siembra (Cuadro 11). Las malezas más abundantes por su cobertura fueron *Paspalum fasciculatum*, *Digitaria* sp. y *Panicum trichoides*, entre las gramíneas. Otros grupos de menor incidencia fueron las dicotiledóneas *Alternanthera* sp., *Browalia* sp. y *Peperomia pellucida*. Las ciperáceas, aunque estaban presentes,

representadas por *Cyperus lusulae*, *C. brevifolia*, etc., tuvieron poca densidad.

Los muestreos a los 50, 75 y 150 dds, analizados en un DBA, mostraron diferencias entre tratamientos para las mismas variables ($p \leq 0,05$). El porcentaje de cobertura de la leguminosa tuvo tendencia a incrementarse en los tratamientos con una mayor densidad de siembra. Los tratamientos 9 y 10 fueron dominantes en los dos primeros periodos. En el tercer periodo analizado, el tratamiento 4 fue el dominante, pero estadísticamente similar a los tratamientos 9, 10, 1 y 2 (Cuadro 12; Fig. 9).

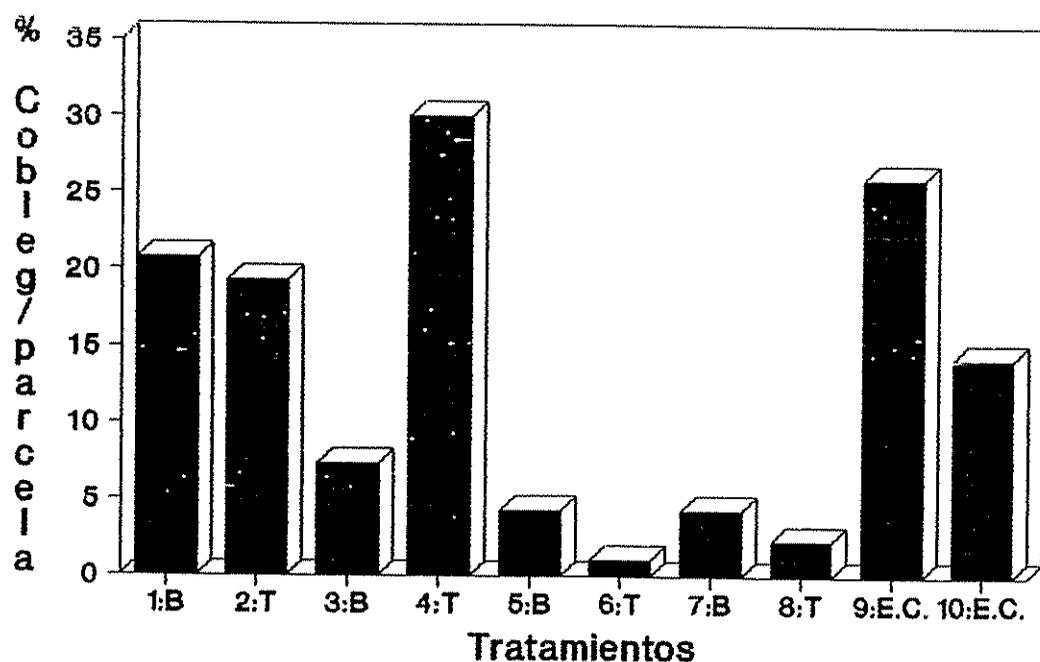


Figura 9. Porcentaje de cobertura total de *Arachis pintoi* a los 150 días después de la siembra.

Nuevamente se observa que la densidad de siembra de *A. pintoi* fue un factor que contribuyó bastante al establecimiento de la cobertura, pero el factor más importante lo constituyó la humedad del suelo, pues en algunas parcelas donde se registraron los mayores porcentajes de cobertura el

suelo permaneció húmedo durante más tiempo. Esta situación también se observó en el ensayo anteriormente descrito.

Por su parte, el mayor porcentaje de cobertura de malezas en los tres periodos analizados correspondió al testigo sin cobertura (Cuadro 13). A los 50 dds, el tratamiento 2 fue igual al testigo ($p \leq 0,05$). El resto de los tratamientos no fueron diferentes entre sí, durante los dos primeros periodos analizados (50 y 75 dds). A los 150 dds, hubo una tendencia a un mayor índice de Cobmza en los tratamientos de menor densidad de la leguminosa (Fig. 10), pero al ajustar una regresión entre las dos variables en este periodo, no se encontró una relación significativa ($b = -0,17$; $PR > T = 0,3771$), lo cual indica que no hubo un efecto de la leguminosa sobre el índice de cobertura de las malezas o viceversa. Sin embargo, existió la tendencia de presentar menor incidencia en los tratamientos con mayor índice de cobertura de la leguminosa.

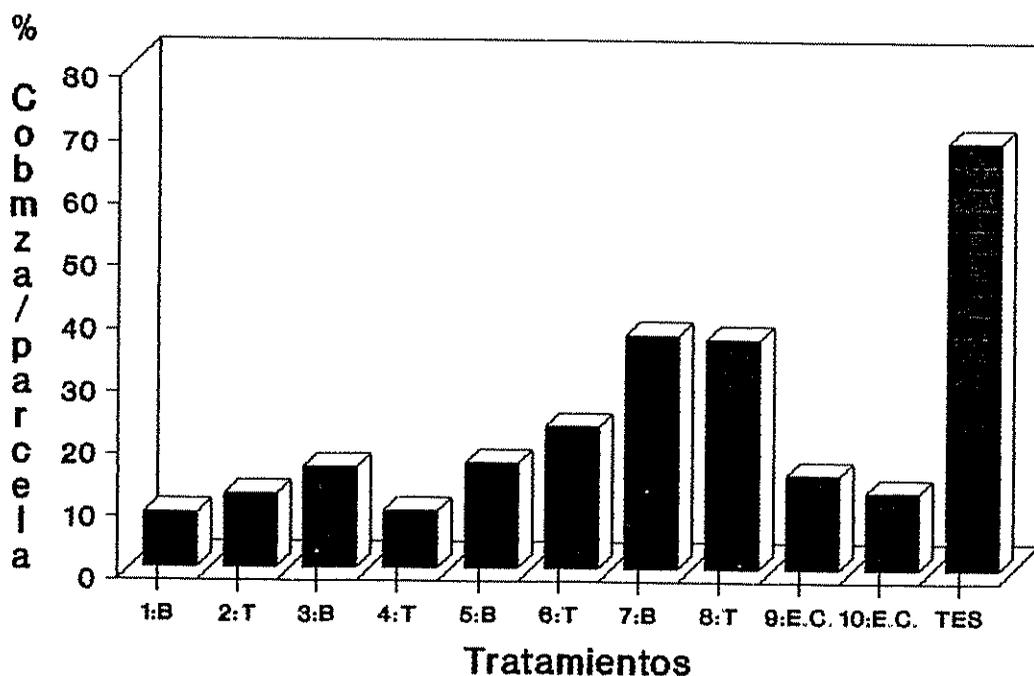


Figura 10. Efecto de la cobertura de *Arachis pinto* sobre la población de malezas a los 150 días después de la siembra.

A. pintoi aunque se adapta a condiciones diversas de humedad y tipos de suelos, en los periodos de sequia reduce su tasa de crecimiento (Grof, 1985), por lo que su siembra en época de lluvias es lo más recomendado. Bajo condiciones de adecuada humedad y temperatura y después de los dos meses de la siembra, la especie tiene un excelente desarrollo estolonifero, producción de semilla subterránea y compatibilidad con gramíneas asociadas para forraje (Massae y Ramirez, 1989).

Bajo las condiciones de Turrialba, en experimentos realizados para la recuperación de pastizales degradados, se ha visto que con el aumento de la cobertura de la leguminosa, hay una tendencia a reducir el crecimiento de malezas (Hurtado, 1988).

Considerando que durante los primeros dos meses después de la siembra del material las lluvias estuvieron muy mal distribuidas, resulta evidente que esta especie requiere de un buen regimen de humedad por lo menos durante los primeros tres meses después de la siembra, complementando su manejo con un adecuado control de malezas, ya que por su bajo crecimiento en esta fase, resulta susceptible a la competencia con malezas.

4.3. Leguminosas de cobertura en pejibaye (*B. gasipaes*)

4.3.1. Crecimiento durante la fase inicial y el desarrollo de la cobertura en el campo

Debido al fuerte daño causado por hormiga sobre los materiales de *Centrosema* spp. y *P. phaseoloides* en la investigación con estas coberturas en el cultivo de cacao, se hizo una nueva siembra de estas leguminosas bajo las condiciones de cultivo del pejibaye en Turrialba, Costa Rica.

Las tres especies de *Centrosema*, cuando se analizaron los datos de cinco muestreos hechos cada 10 días en un DPD, mostraron diferencias significativas ($p=0,05$) con respecto a los valores de peso seco, altura del eje central y número de trifolios por planta. *C. pubescens* fue superior al resto en cuanto al peso seco y al número de trifolios, en tanto que *C. macrocarpum* fue la que tuvo mayor altura (Cuadro 14; Figs. 11, 12 y 13).

A los 47 y 57 dds *C. pubescens* y *C. macrocarpum* mostraron el mayor peso seco por planta; a los 47 dds *C. acutifolium* no fue diferente de *C. macrocarpum* ($p=0,05$). *C. macrocarpum* obtuvo la mayor altura durante ambos periodos analizados. El número de trifolios fue igual para las tres especies a los 47 dds, pero a los 57 dds *C. pubescens* fue superior (Cuadro 15).

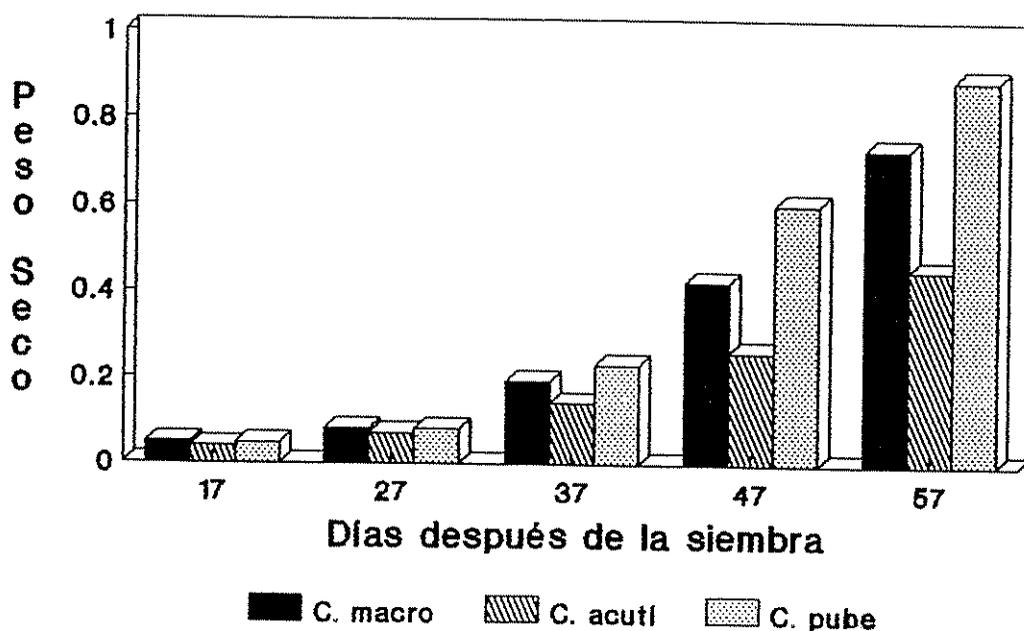


Figura 11. Crecimiento de tres especies de *Centrosema* sembradas como cobertura en pejibaye.

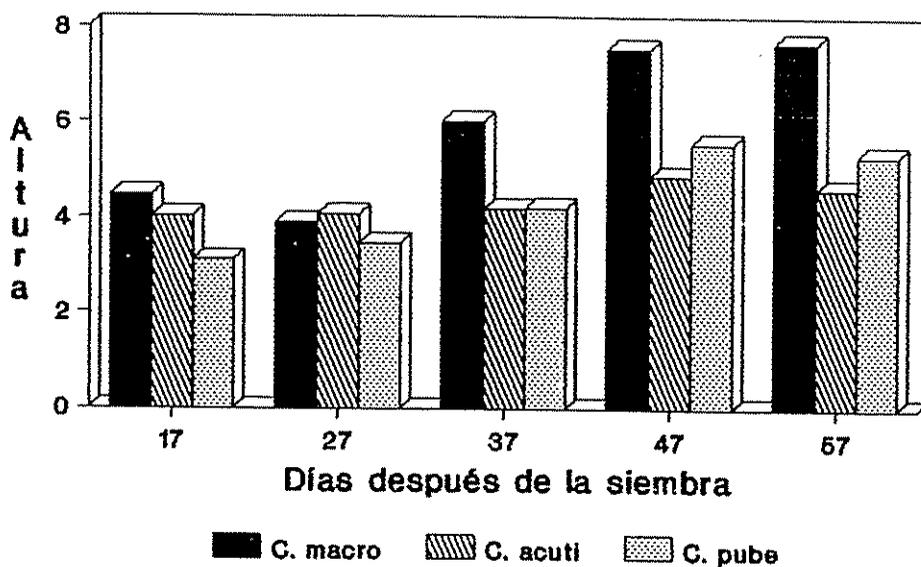


Figura 12. Altura del eje central del tallo de tres especies de *Centrosema* sembradas como cobertura en pejibaye.

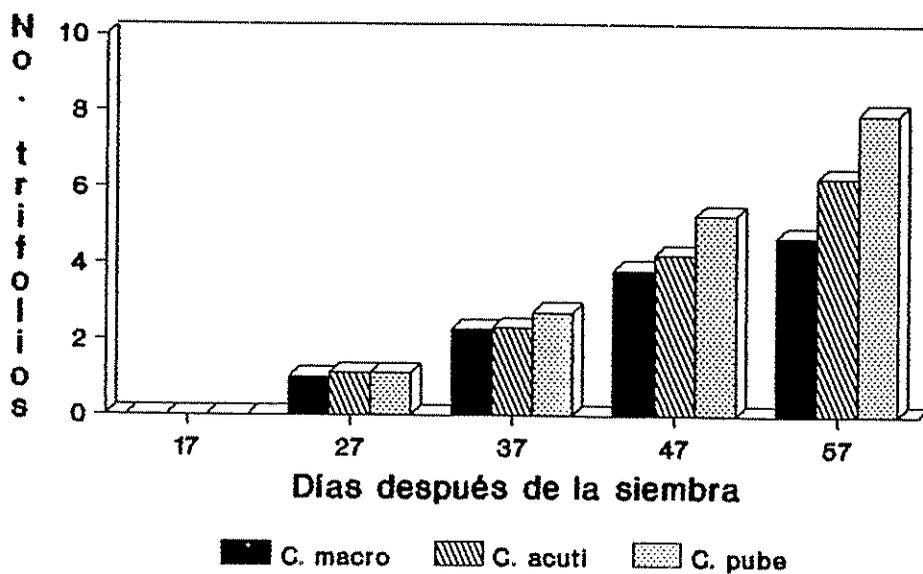


Figura 13. Número de trifolios por planta de tres especies de *Centrosema* sembradas como cobertura en pejibaye.

Se observa que el mayor crecimiento de *C. pubescens* está relacionado con una mayor capacidad de producción de hojas, lo que posiblemente se traducirá en un mayor Índice de Área Foliar en este material. Sin embargo, es difícil en esta fase inicial del crecimiento hacer una conclusión definitiva.

A los 57 dds en la evaluación de las variables anteriores *P. phaseoloides* resultó igual a *C. pubescens* y a *C. macrocarpum*, las cuales tuvieron el mayor peso seco (Cuadro 16; Fig. 14). Los resultados anteriores muestran que *C. pubescens* es la especie que primero acumula la mayor cantidad de materia seca; sin embargo, cuando las cuatro especies probadas se evaluaron a los 57 dds, se observa una tendencia a igualar esta variable.

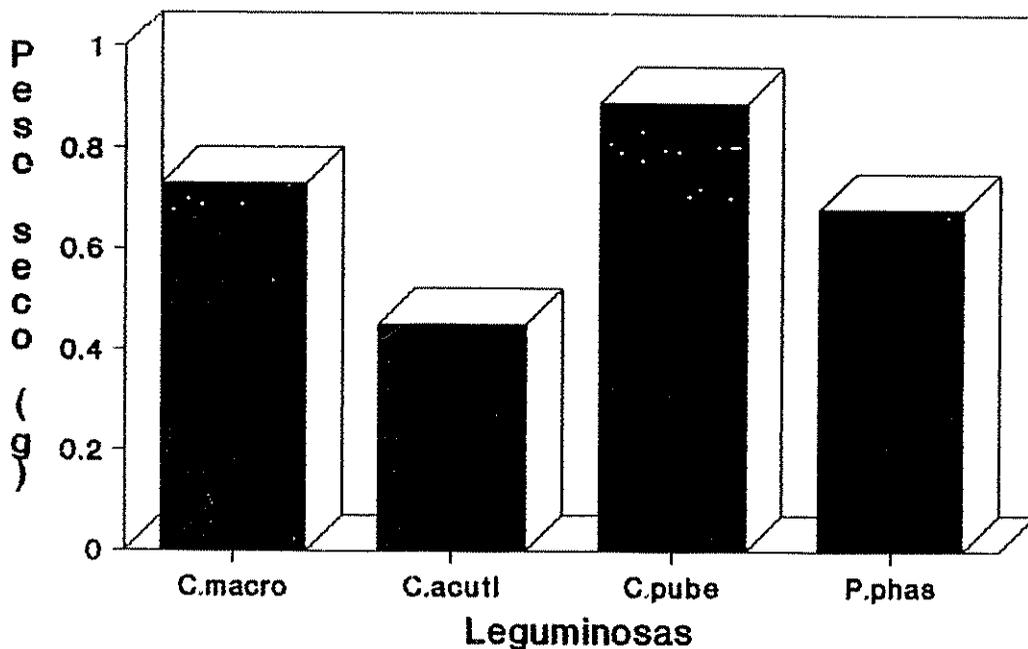


Figura 14. Peso seco de cuatro leguminosas de cobertura a los 57 días después de la siembra en peyibaye.

Por otra parte, se observó que el número de trifolios contribuyó más al incremento del peso que la altura de las plantas (Cuadro 17), lo que es de interés, ya que aún cuando *C. macrocarpum* siempre alcanzó mayor altura, fue inferior en peso seco a *C. pubescens* durante los periodos analizados. Por otra parte un mayor número de trifolios posiblemente contribuirá a un mayor Índice de Area Foliar y consecuentemente mayor porcentaje de cobertura; atributos que alcanzados en forma temprana, facultan mejor a una especie para competir por los recursos esenciales del crecimiento.

Quizá el periodo analizado para el crecimiento de estas especies sea poco para derivar conclusiones definitivas, pero considerando que el vigor inicial de crecimiento le da a la planta capacidad para luchar ventajosamente contra sus competidoras en las primeras fases de su crecimiento, *C. pubescens* es la especie que ha mostrado tener estas ventajas, por lo menos para las condiciones de este experimento.

Cuando las variables número de trifolios, número y longitud de guías por planta se evaluaron directamente en el campo sobre cinco plantas seleccionadas al azar, durante cinco muestreos realizados cada 10 días, se encontraron diferencias entre tratamientos ($p=0,05$). *C. pubescens* mostró el mayor número de trifolios por planta, y junto con *C. acutifolium* tuvieron la mayor longitud y número de guías por planta (Figs. 15, 16 y 17).

Estas mismas variables se analizaron como DBA a los 40 y 60 dds, y para el número de guías a los 80 y 100 dds (Cuadro 18), encontrando resultados similares que cuando se analizaron como DPD.

C. pubescens tiene una larga historia de domesticación como especie forrajera (Roig, 1989) y con frecuencia se le

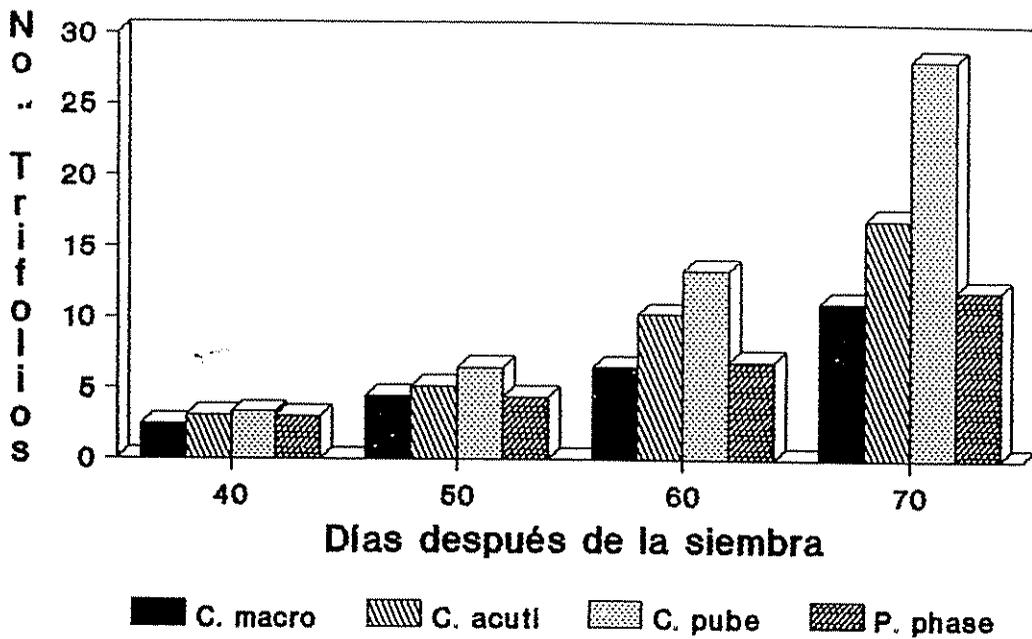


Figura 15. Número de trifolios por planta en cuatro leguminosas sembradas como cobertura en pejíbaye.

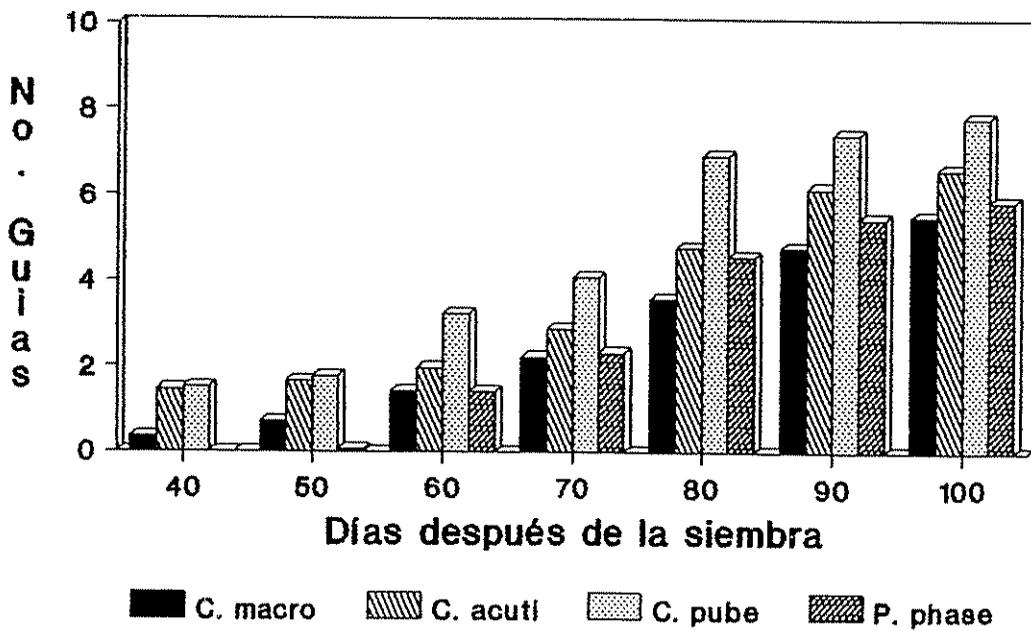


Figura 16. Número de guías por planta en cuatro leguminosas sembradas como coberturas en pejíbaye.

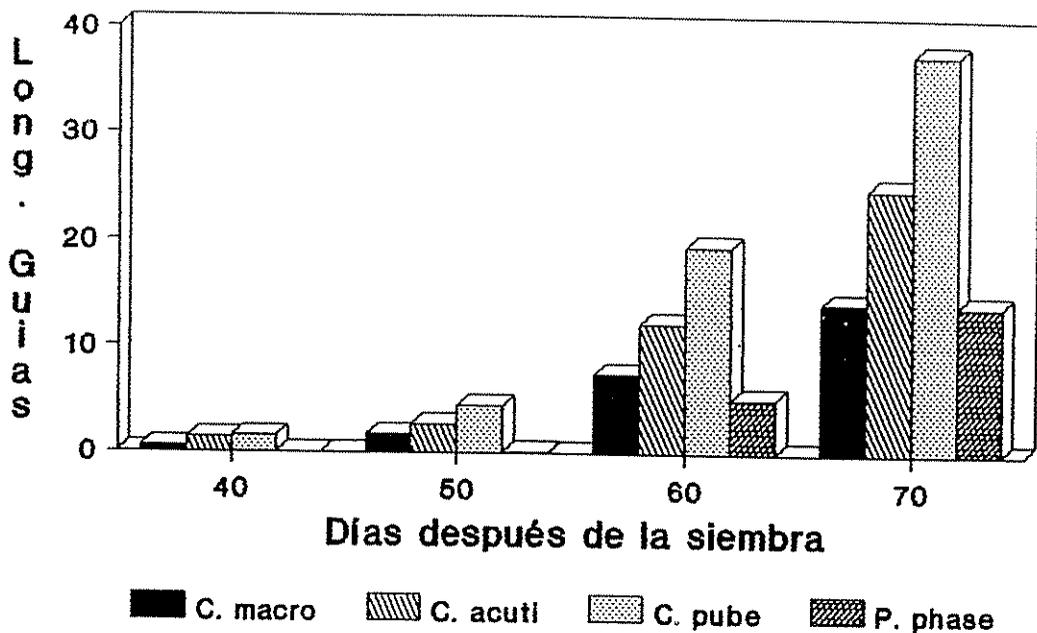


Figura 17. Longitud de guías por planta de cuatro leguminosas sembradas como cobertura en pejíbaye.

encuentra reportada usándose como cultivo de cobertura en plantaciones perennes (Brughton, 1977). Al parecer es una especie que desarrolla una cubierta un poco más delgada que *P. phaseoloides*, pero resulta más fácil de manejar en los sistemas referidos y se adapta mejor al sombreado (Chee, 1981).

Otra de las características evaluadas en estas leguminosas fue su capacidad de cobertura. En los análisis de los valores de cobertura de las leguminosas tomando muestras de 40 X 40 cm, se encontraron diferencias entre las especies ($p=0,05$), sin embargo, los valores obtenidos fueron muy similares a los registrados por parcela, por lo que sólo se discuten estos.

El valor de la cobertura por parcela para las cuatro leguminosas y malezas, incluyendo al testigo, a través de cinco muestreos realizados cada 10 días y a partir de los 50 dds, sólo mostró diferencias para las leguminosas ($p=0,05$), en un análisis de covarianza como un DPD, en donde *C. pubescens* fue la especie con el más alto porcentaje (Cuadro 19; Fig. 18). Cabe aclarar que la covariable número de plantas de las leguminosas no fue significativa ($p=0.05$).

Aunque *P. phaseoloides* en una primera etapa no sobresalió por el número de trifolios, longitud y número de guías por planta, en las últimas observaciones el porcentaje de cobertura, quizá por el mayor tamaño de sus hojas, fue comparable al de *C. pubescens*.

Por otra parte, cuando los datos se analizaron por época de muestreo, a los 80 y 100 dds, *C. pubescens* logró la mayor

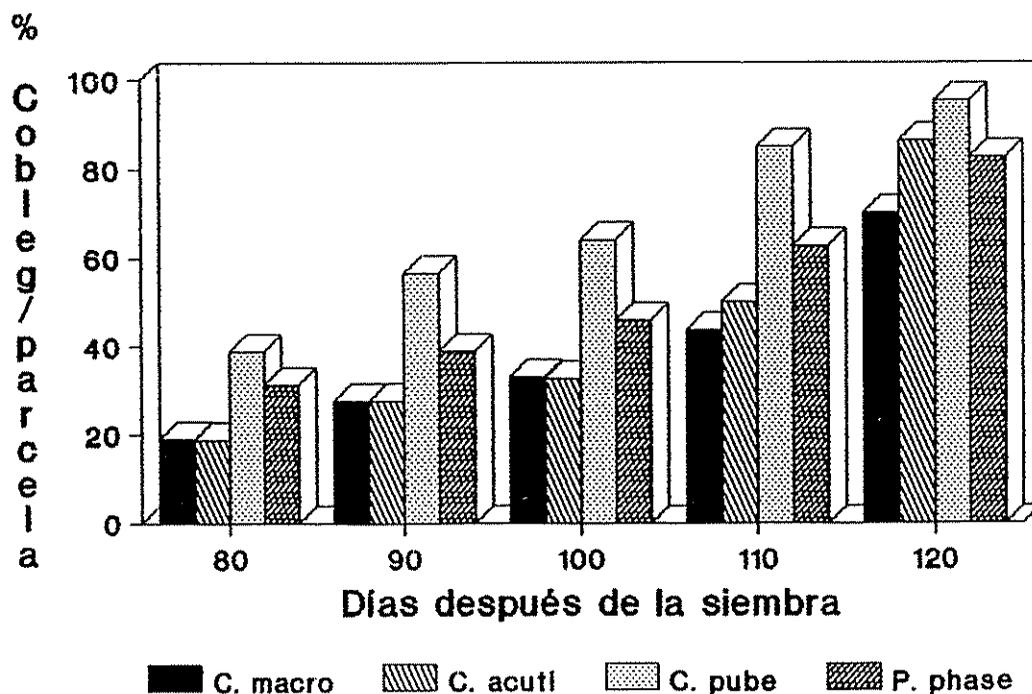


Figura 18. Porcentaje de cobertura total de cuatro leguminosas sembradas como cobertura en pejibaye.

cobertura, pero a los 120 esta especie fue estadísticamente igual a *C. acutifolium* y *P. phaseoloides* (Cuadro 20). A los 120 dds *C. macrocarpum* fue la única especie con valores de cobertura inferiores a las demás especies, esto posiblemente se debió al menor número de trifolios y de guías que esta especie produjo, ya que como se observa en el Cuadro 21, estas fueron las variables que más contribuyeron con el porcentaje de cobertura.

No se observaron diferencias significativas en cuanto a los porcentajes de cobertura de las malezas bajo los diferentes especies de leguminosas, pero sí se observó que en las parcelas con mayor porcentaje de cobertura de las leguminosas, las malezas tuvieron menor incidencia después de los 60 días (Cuadro 20; Fig. 19), cuando se hizo la última deshierba. Lo anterior posiblemente se debió a la baja

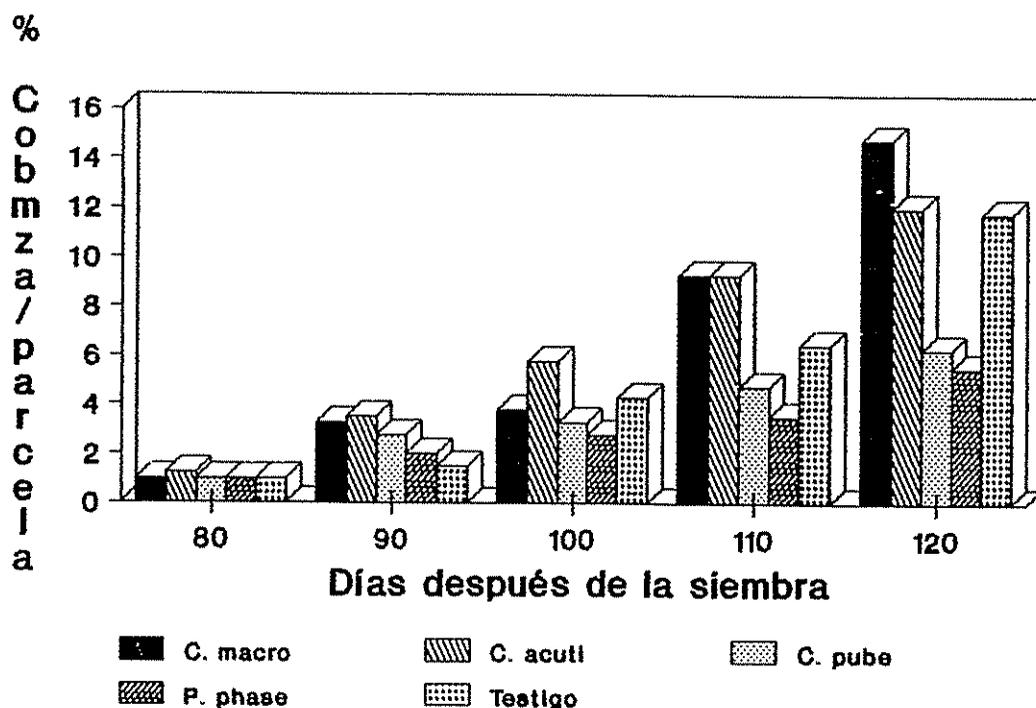


Figura 19. Efecto de diferentes niveles de cobertura de cuatro leguminosas sobre las malezas en pejíbaye.

densidad de las malezas por lo limitado de las lluvias en esta primera fase de crecimiento de las leguminosas, ya que en los meses de febrero y abril llovió menos de 100 mm/mes.

Estos resultados también mostraron una tendencia a igualar los porcentajes de cobertura tanto por sitio como por parcela conforme el tiempo avanza. Esta observación es reforzada por los resultados del análisis de regresión, en los que se observa que el número de trifolios y el número de guías por planta, son las variables que más contribuyen al desarrollo de la cobertura de las leguminosas (Cuadro 21).

El porcentaje de cobertura de las leguminosas, el número de trifolios (que se traduce en área foliar) y la longitud y número de guías por planta, son atributos importantes que determinan el Índice de Adaptación de una especie en particular (Toledo y Schultze-Kraft, 1982). Con base en este parámetro, aquellas especies que primero logran altos valores para estas variables, son las más capacitadas para competir con las malezas, y en nuestro caso *C. pubescens* mostró mayor capacidad con respecto a las demás especies aunque, al final del periodo evaluado, esas diferencias tendieron a ser mínimas.

Las especies de *Centrosema* tienen un amplio rango de adaptación a climas y suelos (Silva y López, 1985) y se han empleado extensivamente como cultivos de cobertura en plantaciones de caucho y cocotero, durante los tres primeros años de la plantación. Sin embargo, después el sombreado en la fase inicial de establecimiento de la plantación va suprimiendo esta cobertura (Broughton, 1977; Seth, 1977).

La evaluación de varias accesiones de *C. pubescens* (CIAT-413, 438, 5126 y 5189) bajo condiciones de sombra de palma africana en el Perú, mostró un crecimiento pobre, ya que entre 24 accesiones de 11 especies, las de *C. pubescens* rindieron menos materia seca (350 y 1.580 kg/ha) para los periodos de

mínima y máxima precipitación, respectivamente (CIAT, 1988). Bajo las condiciones climatológicas de Turrialba y tomando en cuenta que el pejibaye es destinado a la producción de palmito, el efecto de la cobertura no sea tan crítico ya que en este cultivo se realizan cortes anuales de la palma, lo que permitiría una recuperación de la leguminosa por la mayor incidencia de luz.

Según los resultados obtenidos en este estudio, *P. phaseoloides* bajo las condiciones de Turrialba, aparentemente no tiene problemas de adaptación y competencia con malezas. En pejibaye para fruto, en parcelas de observación se ha visto que, aunque su crecimiento inicial es lento, después de los 8 o 10 meses puede competir agresivamente contra malezas gramíneas. Esta misma situación se ha observado en Perú, en donde se le usa como cobertura viva para conservación del suelo y control de malezas en pejibaye en áreas con temperatura media anual de 26 °C; 2.100 mm de precipitación anual y suelos ultisoles bien drenados de textura franco-arcillosa, deficientes en la mayoría de elementos mayores (Grau-Alvarado, 1986).

P. phaseoloides tiene un excelente comportamiento en climas cálido-húmedos, pero su crecimiento y producción de materia seca disminuyen conforme la precipitación baja. Además es muy susceptible a enfermedades del follaje como *Cercospora* spp. y *Rhizoctonia* spp. (CIAT, 1988). Por otra parte, existen indicios de que con precipitaciones superiores a los 2.000 mm anuales *P. phaseoloides* se torna difícil de controlar en plantaciones de cacao, donde crece agresivamente trepando al cultivo (Skerman *et al.*, 1988). Este problema de su hábito de crecimiento trepador también se presentó en nuestros experimentos.

Bajo las condiciones de Turrialba, se observaron daños por *Cercospora* spp. en el follaje de las tres especies de *Centrosema* probadas; en tanto que *P. phaseoloides*

aparentemente no fue afectada por este hongo. Roig (1989), en Guápiles, Costa Rica, indica que en estas especies no se presentaron daños significativos por plagas y/o enfermedades, argumentando que esto se debió probablemente al hecho de que éstas leguminosas son relativamente exóticas, por lo que sus enemigos naturales tardan en localizarlas.

4.4. Relaciones entre leguminosas de cobertura y nematodos

El índice de agallamiento de la raíz de las plantas de tomate asociadas con leguminosas de cobertura fue diferente entre las especies probadas ($p=0,05$). El mayor porcentaje de agallamiento se obtuvo con el tomate sin leguminosa (testigo) y los menores con tomate asociado con *Arachis pintoï* y *Pueraria phaseoloides* (Cuadro 24).

El agallamiento en tomate asociado con *D. ovalifolium*, *C. acutifolium*, *C. macrocarpum* y *C. pubescens* fue estadísticamente igual ($p=0,05$) que el obtenido con el testigo (tomate+nematodo sin leguminosas). Sin embargo, el asocio con *A. pintoï* y *P. phaseoloides* protegieron significativamente las raíces de tomate susceptible a *M. arabicida*.

En lo que respecta al peso fresco de raíz y peso seco de la parte aérea del tomate no se encontraron diferencias entre los tratamientos con nematodos y sin nematodos ($p=0,05$). Sin embargo, en el caso del peso fresco de raíz en tomate, hubo tendencia a mayores pesos en las plantas inoculadas con nematodos que sin nematodos. Solamente las raíces del tomate sin inocular (testigo) y el tomate asociado con *C. pubescens*, también libre de nematodos, manifestaron mayor peso de raíces (Cuadro 25).

No obstante, esto no influyó en el desarrollo de la parte aérea, ya que con excepción del tomate asociado con *A. pintoï*, las otras cinco asociaciones tuvieron la tendencia a desarrollar más peso en ausencia de *M. arabicida* que en su presencia (Cuadro 26).

Tomando en cuenta el grado de protección que ofrecieron los asociados, se esperaría que cinco semanas después de la inoculación, el crecimiento de las plantas de tomate fuera mejor. Sin embargo, se observa una tendencia de reducción del peso seco de la parte aérea de las plantas de tomate asociadas con las leguminosas, siendo esto más crítico en el asocio con *A. pintoï*, donde se presentó el mayor grado de control del nematodo, pero sin favorecer el desarrollo de las plantas de tomate (Cuadro 26). Posiblemente el asocio trajo como consecuencia algún nivel de interferencia, por alelopatía o competencia, sobre las plantas de tomate.

Los resultados anteriores sugieren la necesidad de investigar los mecanismos de acción por los cuales algunas leguminosas pueden impedir la infección de los nematodos y también el posible efecto de interferencia que dichas leguminosas pueden presentar a la planta cultivada. Es muy probable que el mecanismo sea similar al propuesto por Zuckerman (1983), verificado por Jeyaprakash (1985) y Marbán-Mendoza *et al.*, (1989, 1990). Estos autores mostraron que la lectina Con A exudada por la leguminosa *Canavalia ensiformis* interrumpe el mecanismo de orientación de los nematodos hacia las raíces de plantas hospederas.

En este ensayo se decidió someter a las plantas a una gran presión de inóculo (5.000 unidades/kg de suelo), con el propósito de aumentar drásticamente las posibilidades de infección de los nematodos que ocurren en espacios reducidos. Estas condiciones difícilmente se presentan en la naturaleza, razón por la cual se considera que en el futuro debe

explorarse la posibilidad de evaluar en el campo la eficiencia de estas leguminosas para contrarrestar infecciones de *M. arabicida* en plantas susceptibles, particularmente en cafeto. Más aún si se tiene en cuenta que algunas de estas especies se podrían utilizar como coberturas vivas durante la etapa previa a la producción del cultivo. El propio cultivo de tomate deberá investigarse bajo condiciones de campo en asocio con las leguminosas que como *A. pintoï* y *P. phaseoloides* le dieron protección contra el nematodo en los estudios en macetas.

El cafeto de los alrededores de Turrialba, Costa Rica, sufre de una enfermedad llamada "Corchosis del Cafeto" (CDC) (Marbán-Mendoza, 1989). La enfermedad es de naturaleza compleja y aunque se han aislado varios fitopatógenos de raíces infectadas (Calderón, 1989), la asociación constante ocurre sólo con *M. arabicida* y *Fusarium oxysporum* f.sp. *coffeeae* (Marbán-Mendoza *et al.*, 1989b.)

Se sugiere ensayar a las tres especies de leguminosas que redujeron más el índice de agallamiento del tomate, como cultivos de cobertura en las zonas de cafeto afectadas por la enfermedad CDC, por las siguientes razones: 1) no hay tratamiento químico efectivo contra el nematodo asociado a la enfermedad, 2) hay una gran erosión de los suelos por el uso excesivo de herbicidas y lo pronunciado de las laderas y, 3) se abatiría en forma considerable el nivel de inóculo de nematodos en malezas susceptibles asociadas al cultivo (Calderón, 1989). Sin embargo, conviene señalar que paralelo a estos ensayos deberán buscarse métodos de manejo apropiados para estas leguminosas, particularmente para *P. phaseoloides* y *C. pubescens* que poseen hábito de crecimiento trepador.

Por otra parte, es importante destacar que bajo las condiciones del experimento, las raíces de *A. pintoï* y de *P. phaseoloides* no mostraron formación de agallas. De las leguminosas ensayadas sólo *C. pubescens* y *C. acutifolium*

mostraron un ligero agallamiento radical de 1,0 y 0,6%, respectivamente, aunque al disectar las agallas no mostraron la presencia de hembras. Esto indica que las leguminosas utilizadas en este ensayo no son hospedantes de *M. arabicida*, y por lo tanto no podrían influir decisivamente en el sostenimiento del inóculo. Esto sin duda es de importancia epidemiológica, ya que los replantes libres de patógenos podrían tener mayores posibilidades de establecimiento por encontrarse en sitios con más bajo nivel de inóculo.

V. CONCLUSIONES

5.1. Leguminosas de cobertura en cacao

1. Las especies leguminosas con mejor adaptación y eficiencia para controlar malezas en una plantación joven de cacao, fueron *P. montana*, *S. deeringianum*, *A. pintoï*, y en menor grado, *P. phaseoloides*, con base en los mayores índices de cobertura, número de guías por planta y la altura de la cobertura.
2. Las especies con hábito de crecimiento trepador, como *P. montana*, *S. deeringianum* y *P. phaseoloides*, fueron muy agresivas al cultivo, requiriéndose el corte manual de las guías trepadoras por lo menos cada dos meses.
3. El ataque de insectos del suelo, trozadores y defoliadores, puede ser un factor limitante para el establecimiento de leguminosas de cobertura como las especies de *Centrosema*.
4. Los materiales de *D. ovalifolium*, por el bajo vigor de sus plántulas requieren de mayor tiempo de desmalezado y mayores densidades de siembra, de preferencia antes del establecimiento del cultivo principal.
5. Para su mejor desarrollo, *A. pintoï* requiere de abundante humedad en el suelo.

5.2. *Arachis pintoï* como cobertura viva en cacao

1. Por su hábito de crecimiento rastrero y su habilidad para crecer bajo condiciones de sombra, *A. pintoï* es una especie leguminosa que se podría usar como cobertura viva

en plantaciones jóvenes de cacao, ante todo si se siembra en plena época de lluvias, ya que es una especie que requiere suficiente humedad para su establecimiento y utilizando el método hasta ahora empleado en su propagación; es decir, la siembra de estolones completos en hileras a 35 o 50 cm entre sí y a 4 o 5 cm de profundidad.

2. Se recomienda realizar deshierbas manuales por lo menos durante los tres primeros meses posteriores a la siembra y después, cuando la infestación de malezas así lo requiera.
3. Aunque el sistema radical del cacao es ligeramente más profundo que el de *A. pintoí*, es recomendable realizar estudios sobre la competencia por nitrógeno entre estas dos especies, ya que según Grof (1985), la nodulación de *A. pintoí* por bacterias nitrificantes al inicio es muy lenta, pero conforme el tiempo avanza ésta se incrementa.
4. Parece ser que la etapa de establecimiento de *A. pintoí* es crítica en cuanto a algunos factores, entre los que destacan la humedad del suelo y la densidad de siembra. Una vez establecido este material parece adaptarse muy bien a las condiciones de suelo y clima del lugar donde se realizó la investigación (precipitación media anual de 3600 mm, temperatura de 23 °C y suelos de fertilidad media alta).

5.3. Leguminosas de cobertura en pejibaye (*B. gasipaes*)

1. Dentro de las tres especies de *Centrosema*, *C. pubescens* alcanzó primero altos valores de peso seco por planta,

posiblemente como producto del mayor número de trifolios formados durante los periodos evaluados.

2. El número de trifolios y de guías por planta contribuyeron en forma significativa con los mayores índices de cobertura por parcela obtenidos para las leguminosas.
3. *C. pubescens* logró los mayores valores de número de trifolios, longitud y número de guías, además del porcentaje de cobertura, antes que las demás especies, con lo que resulta una especie con mayor índice de adaptación. Además mostró tendencia a una mayor capacidad para suprimir malezas.

5.4. Relaciones entre leguminosas de cobertura y nematodos

1. Los mayores porcentajes de protección de agallamiento por *Meloidogyne arabicida* en tomate se obtuvieron en el asocio con *Arachis pintoii*, *Pueraria phaseoloides* y *Centrosema pubescens*. Sin embargo, estas mismas especies provocaron una disminución del peso fresco de raíz y peso seco de la parte aérea del cultivo de tomate, probablemente por su mayor habilidad competitiva y por lo limitado del volumen de suelo para dar cabida al relativamente gran desarrollo radical que tuvieron estas leguminosas.
2. Ninguna de las leguminosas ensayadas resultó ser hospedante del nematodo, aún cuando en *C. pubescens* y en *C. acutifolium* se encontraron índices de agallamiento de 1,0 y 0,6%, respectivamente, pero al disectar las agallas no se detectaron hembras.

LITERATURA CITADA

- AKOBUNDU, I.O. 1982. Live mulch crop production in the tropics. *World Crops* 34(4): 125-128, 144-145.
- AKOBUNDU, I.O. 1987. Weed science in the tropics. Principles and practices. John Wiley & Sons (N.Y.). 552 p.
- ALDUNATE, D. J.. 1984. Establecimiento y manejo del frijol terciopelo (*Mucuna* sp. L.) para el combate de malezas en maíz (*Zea mays* L.). Thesis M. Sc. UCR/CATIE. Turrialba, Costa Rica. 130p.
- ALTIERI, M.A. 1987. The impact, uses, and ecological role of weeds in agroecosystems. p. 1-6. In Altieri, M.A.; Liebman, M. (Eds.). 1987. Weed management in agroecosystems: Ecological approaches. CRC. Press, Inc. Boca Raton, Florida.
- ARGEL, J. P.; DOLL, J.; PIEDRAHITA, W.. 1975. Control de malezas en leguminosas forrajeras. (Col.) *Revista Comalfi* (Colombia) 2(4):212-221.
- AYANABA, A.; OKIGBO, B.N. 1976. Cubierta de protección para mejorar la fertilidad del suelo y la producción agrícola. p. 32-44. In FAO. 1976. Materias orgánicas fertilizantes. Boletín sobre suelos no. 27. Roma. 183 p.
- BARYEH, E.A. 1987. Supplemental mechanical weed control for maize-cowpea rotation in mucuna mulch. *Agriculture International* (USA) 39(5): 167-171.
- BROUGHTON, W.J. 1977. Effect of various covers on soil fertility under *Hevea brasiliensis* Muell. Arg. and on growth of the tree. *Agro-Ecosystems* (Holanda) 3(2): 147-170.
- CAFE CACAO & THE. 1988. *Statistiques* (Francia). No. 1, Enero-Marzo, 1988.
- CALDERON-VEGA, M. 1989. Reacción de diferentes genotipos de café a *Heloidogyne arabicida* López y Salazar (1989), gama de hospedantes y hongos fitopatógenos asociados. Tesis de Maestría en Ciencias, CATIE, Turrialba, Costa Rica. 71 p.
- CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL (CIAT). 1986. Programa de pastos tropicales. Informe anual 1985. Cali, Colombia. 408 p.
- 1988. Programa de pastos tropicales. Informe anual 1987. Cali, Colombia. 346 p.

- CHEE, Y. K. 1981. The importance of legume cover crop establishment for cultivation of rubber (*Hevea brasiliensis*) in Malaysia. pp. 369-377. In. Graham, P. H.; Marris S. C. (Editors) 1981. Biological Nitrogen Fixation: Technology for Tropical Agriculture. Workshop at the Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) (Colombia), March 9-13, 1981.
- COMPANIA NACIONAL DE CHOCOLATES, S.A. 1988. Normas para el cultivo del cacao (Colombia). 3a. ed. 140 p.
- CUBILLOS, Z. G. 1988. Producción y consumo. El cacaotero Colombiano (Colombia) 11(36):5-12.
- DAISLEY, L. E. A.; CHONG, S. K.; OLSEN, F. J.; SING, L.; GEORGE, C. 1988. Effects of surface applied grass mulch on soil water content and yields of cowpea and eggplant in Antigua. Tropical Agriculture (Trinidad) 65(4):300-304.
- DUQUE, O.; ARGEL, P. J.; SCHULTZE-KRAFT, R. 1986. Recolección de germoplasma nativo de leguminosas forrajeras en Panamá. Pasturas Tropicales-Boletín (Colombia) 8(1): 10-14.
- EBELHAR, S. A.; FRYE, W. W.; BLEVINS, R. L. 1984 Nitrogen from legumes cover crops for no-tillage corn. Agronomy Journal (USA) 76(1):51-55.
- ESCARZEGA, G. A. 1987. Determinación del potencial alelopático del "Nescafé" (*Stizolobium pruriens*) sobre cinco cultivos y tres malezas. Tesis prof. Inst. Tec. de Est. Sup. de Monterrey, Campus Querétaro, México. 82 p.
- EWEL, J. J. 1986. Designing agricultural ecosystems for the humid tropics. Ann. Rev. Ecol. Syst. (USA) 17:245-271.
- FINCH, C. V.; CURTIS, S. W. 1983. Cover crops in California orchards & vineyards. Soil Conservation Service (Davis, California). 25 p.
- FIRTH, D. 1988. Role of mulches and cover crops for sustainable horticulture in sub-tropical environments: organic matter and the soil-plant environment. pp. 45-51. In California Macadamia Society Yearbook, 1988. XXXIV, Fallbrook, California.
- GALINDO, J. J.; ABAWI, G. S.; THURSTON, L.; GALVEZ, G. 1982. "Tapado" controlling web blight of bean on small farms in Central America. New York's Food and Life Sciences Quartely. N. Y. St. College of Agriculture and Life Sciences, Cornell University. Vol. 14, no. 13.
- GIRALDO, L. A.; HOYOS, H. J.; RAMIREZ, L. F. 1985. Adaptación y producción de forrajes en el bajo cauca, Colombia. Pasturas Tropicales-Boletín (Colombia) 7(2): 14-16.

- GONÇALVES, C. A.; OLIVEIRA DE C., J. R.; COSTA de L., N. 1986. Producción de leguminosas forrajeras en Porto Velho, Brasil. Pasturas Tropicales-Boletín (Colombia) 8(2):14-16.
- GRAU'ALVARADO, M. G. 1986. Determinación de la hoja más indicativa para el análisis foliar del pijuayo (*Bcattris gasipaes* H.B.K.). Thesis Ing. Agr., Univ. Nal. La Molina, Perú. 69 p.
- GRAVES, W. L.; BREECE, J. R.; JACKSON, J. 1988. Legumes for orchards and vineyards cover crops. pp. 36-42. In. California Macadamia Society. Yearbook 1988. Fallbrook, CA.
- GROF, B. 1981. The performance of *Andropogon gayanus* legume association. Advances in Agronomy (USA) 33: 227-261.
- GROF, B. 1985. *Arachis pintoï*, una leguminosa forrajera promisorio para los Llanos Orientales de Colombia. Pasturas Tropicales-Boletín (Colombia) 7(1): 4-5.
- HOLDRIDGE, L. 1982. Ecología basada en zonas de vida. IICA, San José, Costa Rica. 216 p.
- HURTADO, J.A. 1988. Introducción de leguminosas y manejo del pastoreo en potreros degradados de estrella africana (*Cynodon nlenfuensis*) en el trópico húmedo. Thesis Magister Scientiae. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 107 p.
- INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERACION PARA LA AGRICULTURA (IICA). 1983. Finca de cacao La Lola. Cacao (Costa Rica) 2: 40 p.
- JEYAPRAKASH, A.; JANSSON, H.B.; MARBAN-MENDOZA, N.; ZUCKERMAN, B.M. 1985. *Caenorhabditis elegans*: lectin-mediated modification of chemotaxis. Exp. Parasitology (USA) 59: 90-97.
- JORDAN, L. 1982. Management of cover vegetation in citrus orchards. University of California, Riverside, CA. pp. 73-79. In. Workshop Proceedings Crop Protection Using Cover Crops and Sods as Living Mulches. Oregon State University, 1982.
- KASASIAN, L. 1971. Weed control in the tropics. Leonard Hill Books. London. 307 p.
- LAL, R.; WILSON, G. F.; OKIGBO, B. N. 1979. Changes in properties of an alfisol produced by various crop cover. Soil Science (USA) 127(6):377-382.
- LAL, R.; WILSON, G. F.; OKIGBO, B. N. 1978. No-tillage after various grasses and leguminous cover crops in tropical alfisol. I. Crop performance. Field Crops Research (USA) 1:71-84.

- LANINI, W. T.; PITTEGER, D. R.; GRAVES, W. L.; MUÑOZ, F.; AGAMALIAN, H. L. 1989. Subclovers as living mulches for managing weeds in vegetables. *California Agriculture (USA)* 43(6):25-27.
- LOPEZ, R.; SALAZAR, L. 1989. *Meloidogyne arabicida* sp. n. (Nemata: Heteroderidae) nativo de Costa Rica: un nuevo y severo patógeno del cafeto. *Turrialba (Costa Rica)* 39(3): 313-323.
- LOPEZ-MENDOZA, R. 1987. Mantenimiento de la plantación. Malezas y su combate. pp. 85-88. In Lopés-Mendoza, R. 1987. El cacao en Tabasco. Universidad Autónoma Chapingo (Méx.). Col. Cuadernos Universitarios, Serie Agronomía No. 13. 287p.
- MARBAN-MENDOZA, N. 1989. Corchosis del Cafeto: una amenaza a la caficultura. CATIE, Boletín Informativo MIP (Costa Rica), No. 13., 1-3 p.
- MARBAN-MENDOZA, N.; DICKLOW, M. B.; ZUCKERMAN, B. M. 1989a. Evaluation of control of *Meloidogyne incognita* and *Nacobbus aberrans* on tomato by two leguminous plants. *Revue Nematologie (Francia)* 12(4):409-412.
- MARBAN-MENDOZA, N.; JEYAPRAKASH, A.; JANSSON, H. B.; DAMON, Jr., R. A.; ZUCKERMAN, B.M. 1987. Control of root-knot nematodes on tomato by lectins. *J. Nematology (USA)* 19: 331-335.
- MARBAN-MENDOZA, N.; TORRES, O.; CALDERON, V. M. 1989b. Estudios preliminares sobre la Corchosis del Cafeto en Costa Rica. In: Memorias del XII Simposio de Caficultura Latinoamericana IICA-PROMECAFE. San Pedro Sula, Honduras, 18-29 Nov., 1989.
- MASSAE, A. N.; RAMIREZ, R. C. A. 1989. Metodología para la inoculación y siembra de *Arachis pintoii*. *Pasturas Tropicales-Boletín (Colombia)* 11(1): 24-26.
- McCLURE, M. A.; ZUCKERMAN, B. M. 1982. Localization of cuticular binding sites of concanavalin A on *Caenorhabditis elegans* and *Meloidogyne incognita*. *J. Nematol. (USA)* 15: 39-44.
- MULONGOY, K.; KANG, B. T. 1986. The role and potential of forage legumes in alley cropping, live mulch and rotation systems in humid and subhumid tropical Africa. pp. 212-231. In International Livestock Centre for Africa 1986. Potential of forage legumes in farming systems in Sub-Saharan Africa. Proc. of Workshop Held of ILCA Ababa, Ethiopia, 16-19 Sep. 1985.

- NATIONAL ACADEMY OF SCIENCE (N.A.S.). 1978. Control biológico mediante parásitos, depredadores y competidores. pp. 127-188. In N.A.S. 1978. Manejo y control de plagas de insectos. Control de plagas de plantas y animales. Vol. III. LIMUSA. México.
- , 1979. Tropical legumes: resources for the future. National Academy of Science. Washington, D.C. (USA). 332 p.
- NAZARENO do CARMO, D.; SOUZA FIGUEREDO, M., de,. 1985. Solos para seringueira: manejo e conservação. Informe Agropecuario (Brasil) 11(121):13-17.
- OBANDO, G. L. 1987. Potencial alelopático de *Gliricidia sepium* (Jacq.) Steud sobre los cultivos de maíz y frijol y las malezas predominantes. Thesis (Mg. Sc.) UCR/CATIE, Turrialba, Costa Rica. 115 p.
- PINZON, B.; ARGEL, P. J.; MONTENEGRO, R. 1989. Selectividad de herbicidas y control de malezas en *Centrosema macrocarpum*. Pasturas Tropicales-Boletín (Colombia) 11(1):7-11.
- PINZON, R. B.; ARGEL, J. P.; MONTENEGRO, R. 1985. Control de malezas en el establecimiento de kudzú tropical. Pasturas Tropicales-Boletín (Colombia) 7(2):6-8.
- PIZARRO, E.A. (Ed.). 1985. 3a. Reunión de la Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales. Resultados 1982-1985. Cali, Colombia, CIAT, 1985. 1228 p.
- PUTNAM, A. R.; DE FRANK, J. 1983. Use of phytotoxic plant residues for selective weed control. Crop Protection (U. K.) 2(2):173-181.
- PUTNAM, A. R. 1987. Allelopathy : problems and opportunities in weed management. p. 77-88. In Altieri, M.A.; Liebman, M. (Eds.). 1987. Weed management in agroecosystems: Ecological approaches. CRC. Press, Inc. Boca Raton, Florida.
- REASE, T. 1982. The potential value of living mulches in young fruit tree orchards. U.S.D.A. Wenatchee, WA. pp. 67-72. In. Workshop Proceedings Crop Protection Using Cover Crops and Sods as Living Mulches. Oregon State, University, 1982.
- REYES, E. H. 1970. Las malezas en el cacaoero y su control. Cacao (Costa Rica). 15(2): 10-15.
- RICE, E. L. 1979. Allelopathy: an update. The Botanical Review (USA) 45: 15-109.

- ROIG, C. A. 1989. Evaluación preliminar de 200 accesiones de leguminosas forrajeras tropicales en el ecosistema de bosque tropical lluvioso en Costa Rica (Guápiles, Costa Rica). Thesis de Magister Scientiae, CATIE, Turrialba, C.R.. 179 p.
- ROSS, M. A.; LEMBI, C. A. 1985. Applied weed science. Burgess Publishing Co. Minneapolis, Minnesota. 340 p.
- SCHULTZE-KRAFT, R. 1986. Natural distribution and germplasm collection of the tropical pasture legume *Centrosema macrocarpum* Benth.. *Angewandte Botanik* (Alemania) 60: 407-419.
- SCHULTZE-KRAFT, R. 1987. Notas sobre floración y fructificación de *Centrosema macrocarpum*. *Pasturas Tropicales-Boletín* (Colombia) 9(2):34-35.
- SCHULTZE-KRAFT, R.; BENAVIDES, G.; ARIAS, A. 1987. Recolección de germoplasma y evaluación preliminar de *Centrosema acutifolium*. *Pasturas Tropicales-Boletín* (Colombia) 9 (1): 12-20.
- SCHULTZE-KRAFT, R.; GRAIN-KELLER, G. 1985. Testing new *Centrosema* germplasm for acid soils. *Tropical Grasslands* (Australia) 19(4): 171-180.
- SETH, H.K. 1977. Integrated weed control in tropical plantations. p. 69-87. In Fryer, J.D.; Matsunaka, S. (Eds.). 1977. Integrated control of weeds. Univ. of Tokio Press. Tokio. 262 p.
- SILVA, G.; LOPEZ, W. 1985. Epoca de floración y producción de semilla de *Centrosema* spp.. *Pasturas Tropicales-Boletín* (Colombia) 7(2): 19-20.
- SIMPSON, L. A.; GUMBS, F. A. 1986a. A system of crop and soil management for the wet season production of food crops on a heavy clay soil in Guyana: 1. Effect of mulching and tillage on soil properties and crop yields. *Tropical Agriculture* (Trinidad) 63(4): 305-310.
- 1986b. A system of crop and soil management for the wet season production of food crops on a heavy clay soil in Guyana: 2. Effect of mulching and tillage on germination, growth, nutrient uptake and yield. *Tropical Agriculture* (Trinidad) 63(4):311-315.
- SINGH, A. 1976. Utilización de materias orgánicas y abonos verdes como fertilizantes en los países en desarrollo. In FAO. 1976. Materias orgánicas fertilizantes. Boletín sobre suelos No. 27. Roma. 183 p.

- SKERMAN, P. J.; CAMERON, D. G.; RIVEROS, F. 1988. Tropical forage legumes. FAO. Plant Production and Protection Series. No. 2. 2nd. edition. Rome. 609 p.
- SOIL CONSERVATION SERVICE. 1987. Characterization data of profiles in Guatemala, El Salvador, Costa Rica, and Panamá. s.p.
- SOUZA, C. N. M., de; CARDOSO, C. T. F. 1980. Leguminosas para pastagens cultivadas en Minas Gerais. Informe Agropecuario (Brasil) 6(71):18-30.
- SUAREZ, C. C. (Ed). 1987. Manual de cultivo del cacao. Min. de Agr. y Gan., Prog. Nal. del Cacao. Quevedo, Ecuador. 109 p.
- SUAREZ, S.; FRANCO, C.; RUBIO, J. 1985. Producción de gramíneas y leguminosas forrajeras en Chinchiná, Colombia. Pasturas Tropicales-Boletín (Colombia) 7(2): 17-18.
- TOLEDO, J. M.; SCHULTZE-KRAFT, R. 1982. Metodología para la evaluación de pastos tropicales. p. 91-100. In. Manual para la evaluación agronómica. Ed. J. M. Toledo. Cali, Colombia, CIAT. Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales.
- VELASCO, A. 1985. El chontaduro *Bactris gasipaes* H.B.K.: cultivo promisorio para zonas marginales de Colombia. Revista Angura (Colombia) (1): 75-84.
- VENEGAS, R. F. 1987. Las malezas del cacao y su control. pp. 43-47. In Suárez C., C. (Ed) 1987. Manual de cultivo del cacao. Min. de Agr. y Gan., Prog. Nal. del Cacao, Quevedo, Ecuador. 109 p.
- VOELKNER, H. 1979. Urgently needed: an ideal green mulch crop for the tropics. World Crops (2): 76-78.
- ZUCKERMAN, B. M. 1983. Hypothesis and possibilities of intervention in nematode chemoresponses. Journal of Nematology (USA) 15: 173-182.
- ZUCKERMAN, B. M.; DICKLO, M. B.; COLES, G. C.; MARBAN-MENDOZA, N. 1989. Loss of virulence of the endoparasitic fungus *Drechmeria coniospora* in culture. Journal of Nematology (USA) 21(1): 135-137.

APENDICE

Cuadro 4. Desarrollo de leguminosas de cobertura en cacao bajo las condiciones de La Lola, 1989-1990¹.

Tratamiento*	Cobleg/sitio (%)	Altura (cm)	No. Guias ² .
<i>P. montana</i>	49,10 a	27,26 a	2,66 a
<i>S. deeringianum</i>	33,64 ab	----	2,08 abc
<i>A. pintoi</i>	28,30 b	9,05 c	2,11 abc
<i>P. phaseoloides</i>	10,74 bc	5,42 dc	1,39 bcd
<i>C. macrocarpum</i>	4,00 c	14,86 b	1,44 bcd
<i>C. pubescens</i>	3,35 c	12,48 bc	1,32 bcde
<i>D. ovalifolium</i> -350	3,35 c	8,70 cd	1,93 abcd
<i>D. ovalifolium</i> -3788	3,22 c	5,92 de	2,07 abc
<i>D. ovalifolium</i> -13089	3,21 c	9,38 c	2,12 ab
<i>C. acutifolium</i>	2,26 c	9,06 c	1,13 eg

1 Datos promedio de 5 plantas/parcela en cinco muestreos a partir de los 30 dds y hasta los 150 dds.

2 Datos transformados por $\sqrt{x+0,5}$, de las observaciones de los 90 a 150 dds.

* Medias seguidas por la misma letra no son diferentes ($p \leq 0,05$), según la prueba de "T", para medias ajustadas por mínimos cuadrados.

Cuadro 5. Desarrollo de leguminosas de cobertura en cacao, 90 días después de la siembra, bajo las condiciones de La Lola. Siquirres, Costa Rica.

Tratamiento*	Cobleg/sitio (%)	Altura (cm)	No. Guias ¹
<i>A. pintoi</i>	31,06 a	9,00 cd	1,90 b
<i>P. montana</i>	29,17 ab	28,30 a	2,54 a
<i>S. deeringianum</i>	14,00 abc	----- **	1,77 b
<i>P. phaseoloides</i>	5,87 abc	4,00 d	1,47 b
<i>C. pubescens</i>	5,67 abc	16,13 b	1,86 b
<i>C. macrocarpum</i>	4,60 bc	12,73 bc	1,77 b
<i>C. acutifolium</i>	3,93 bc	8,90 cd	1,68 b
<i>D. ovalifolium</i> -13089	3,27 c	7,76 cd	1,77 b
<i>D. ovalifolium</i> -3788	2,93 c	4,93 d	1,64 b
<i>D. ovalifolium</i> -350	2,67 c	7,47 d	1,66 b

1 Datos transformados por $\sqrt{x+0.05}$.

** A los 90 dds esta especie tenía guías de más de 3.0 m y altura superior a los 40 cm.

* Medias seguidas por la misma letra no son diferentes ($p \leq 0,05$) según la prueba de "T" para medias ajustadas por mínimos cuadrados.

Cuadro 6. Desarrollo de leguminosas de cobertura en cacao a 150 días después de la siembra, bajo las condiciones de La Lola, Siquirres, Costa Rica.

Tratamiento*	Cobleg/sitio (%)	Altura (cm)	No. Guias ¹
<i>P. montana</i>	86,50 a	45,67 a	2,91 a
<i>S. deeringianum</i>	64,33 ab	-----	2,26 b
<i>A. pintoi</i>	45,47 b	13,93 bc	2,46 ab
<i>P. phaseoloides</i>	35,00 bc	10,67 cd	1,79 bc
<i>D. ovalifolium</i> -3788	7,33 c	11,93 c	2,32 b
<i>D. ovalifolium</i> -350	7,20 c	19,60 b	2,11 b
<i>D. ovalifolium</i> -13089	6,13 c	22,33 b	2,32 b
<i>C. macrocarpum</i>	4,77 c	22,33 b	1,56 bcd
<i>C. pubescens</i>	2,73 c	12,93 c	1,22 cd
<i>C. acutifolium</i>	2,40 c	13,73 c	1,00 def

¹ Datos transformados por $\sqrt{x+0,5}$.

* Medias seguidas por la misma letra no son diferentes ($p \leq 0,05$), según la prueba de "T" para medias ajustadas por mínimos cuadrados.

Cuadro 7. Porcentaje de cobertura de leguminosas y malezas por parcela en La Lola, Siquirres, Costa Rica¹.

Tratamiento*	Cobleg/parc (%)	Cobnza/parc (%)
<i>S. deeringianum</i>	74,83 a	13,66 defg
<i>P. montana</i>	69,67 a	12,16 defgh
<i>A. pintoi</i>	46,33 ab	19,83 bcdef
<i>P. phaseoloides</i>	28,50 bc	32,50 abcd
<i>D. ovalifolium</i> -3788	7,33 cd	32,33 abcd
<i>D. ovalifolium</i> -13089	7,00 cde	28,33 bcde
<i>D. ovalifolium</i> -350	4,50 cdef	46,17 ab
<i>C. pubescens</i>	2,67 cdef	38,50 abc
<i>C. macrocarpum</i>	2,50 cdeefg	55,83 a
<i>C. acutifolium</i>	1,50 cdefgh	59,17 a
Testigo Sin Cobertura	----	58,17 a

¹ Promedio de dos observaciones hechas a los 90 y 150 dds.

* Medias seguidas por la misma letra no son diferentes ($p \leq 0,05$), según la prueba de "T" para medias ajustadas por mínimos cuadrados.

Cuadro 8. Porcentaje de cobertura total de leguminosas y malezas por parcela en cacao a los 150 días después de la siembra. La Lola, Siquirres, Costa Rica.

Tratamiento*	Cobleg/parc (%)	Cobnza/parc (%)
	150dds	150dds
<i>S. deeringianum</i>	86,67 a	20,00 bcd
<i>P. montana</i>	72,00 ab	16,67 bcde
<i>A. pintoii</i>	51,00 b	31,33 bc
<i>P. phaseoloides</i>	33,33 bc	45,00 ab
<i>D. ovalifolium</i> -13089	8,67 c	43,33 ab
<i>D. ovalifolium</i> -3788	8,33 c	53,33 a
<i>C. pubescens</i>	3,00 c	56,67 a
<i>C. macrocarpum</i>	3,00 c	73,33 a
<i>D. ovalifolium</i> -350	7,33 c	63,53 a
<i>C. acutifolium</i>	1,67 c	76,67 a
Testigo Sin Cob.	-----	65,00 a

* Medias seguidas por la misma letra no son diferentes ($p \leq 0,05$), según la prueba de "T" para medias ajustadas por mínimos cuadrados.

Cuadro 9. Porcentaje de cobertura por grupos de malezas en cacao, en base a cinco muestreos por parcela a los 150 dds, en La Lola, Siquirres, Costa Rica.

Tratamiento*	Cobnza (%)			
	DICO	GRA	CYP	Total
<i>D. ovalifolium</i> -350	7,50 a	6,93 b	12,40 a	26,93 abc
<i>D. ovalifolium</i> -3788	7,33 a	11,27 ab	3,67 a	22,73 abc
Testigo Sin Cob.	5,46 a	30,80 ab	19,27 a	55,20 a
<i>S. deeringianum</i>	3,33 a	8,37 b	9,67 a	21,37 abc
<i>D. ovalifolium</i> -13089	3,26 a	6,93 b	6,33 a	16,53 abc
<i>C. pubescens</i>	3,07 a	9,37 b	2,10 a	14,60 abc
<i>P. phaseoloides</i>	2,13 a	8,70 b	4,53 a	32,47 abc
<i>C. acutifolium</i>	1,53 a	46,80 a	1,33 a	49,67 ab
<i>P. montana</i>	1,17 a	2,17 b	1,00 a	4,33 c
<i>A. pintoii</i>	1,13 a	11,00 ab	1,27 a	13,53 bc
<i>C. macrocarpum</i>	0,87 a	22,73 ab	18,53 a	41,80 abc

DICO=Dicotiledóneas; GRA=Gramíneas; CYP=Ciperáceas.

* Medias seguidas por la misma letra no son diferentes ($p=0,05$), según la prueba de rango múltiple de Duncan.

Cuadro 10. Densidad de siembra y prendimiento de estolones de *A. pintoii* usado como cobertura en cacao, en La Lola, Siquirres, Costa Rica..

No. Tratamiento*	Long. est. (cm)	Dist. siembra (cm)	Nudos/ parcela	Brotos ¹ trat.
1	20	50	231	5,5 ab
2	20	50	231	4,8 ab
3	30	50	330	5,2 abc
4	30	50	330	5,3 abc
5	20	100	70	3,8 de
6	20	100	70	3,4 e
7	30	100	100	4,1 cde
8	30	100	100	3,7 de
9	--	50	500	6,3 a
10	--	100	334	5,1 abc
11	--	---	---	-----

1 Datos transformados por sqrt (x).

* Medias seguidas por la misma letra no son diferentes (p=0,05), según la prueba de rango múltiple de Duncan.

Cuadro 11. Porcentaje de cobertura de *A. pintoii* y malezas por parcela en cacao, en La Lola, Siquirres, Costa Rica¹.

No. Tratamiento*	Combleg (%)	Cobnza (%)
4	12,94 a	4,32 c
9	12,50 a	5,06 c
2	8,38 ab	4,56 c
1	8,11 ab	3,55 c
10	7,27 abc	3,88 c
3	4,72 bc	5,00 c
5	2,38 c	5,27 bc
7	2,38 c	9,77 b
8	2,11 c	9,38 b
6	1,11 c	7,94 b
11	----	22,16 a

1 Datos promedio de seis muestreos realizados entre los 50 y 150 días después de la siembra.

* Medias seguidas por la misma letra no son diferentes (p<=0,05), según la prueba de "T" para medias ajustadas por mínimos cuadrados.

Cuadro 12. Porcentaje de coberura de *Arachis pintoï* en cacao a los 50, 75 y 150 dds, en La Lola, Siquirres Costa Rica.

No. Tratamiento*	Cobleg (%)		
	50 dds	75 dds	150 dds
9 Est. completo	5,00 a	8,33 a	25,00 a
10 Est. completo	4,00 ab	4,67 ab	14,33 ab
4 Terminal (T)	3,67 b	6,00 ab	30,00 a
1 Basal (B)	3,33 b	4,00 ab	20,67 ab
2 Terminal (T)	3,33 b	4,00 ab	19,33 ab
3 Basal (B)	3,33 b	3,00 ab	7,33 bc
5 Basal (B)	2,33 b	1,33 b	4,33 bc
8 Terminal (T)	2,00 bc	1,67 b	2,33 bcd
7 Basal (B)	1,67 c	1,33 b	4,33 bc
6 Terminal (T)	1,00 c	1,00 b	1,00 cd

* Medias seguidas por la misma letra no son diferentes ($p \leq 0,05$), según la prueba de "T", para medias ajustadas por mínimos cuadrados.

Cuadro 13. Porcentaje de cobertura de malezas en cacao a los 50, 75 y 150 dds, en La Lola, Siquirres, Costa Rica.

No. Tratamiento*	% Cobnza		
	50 dss	75 dds	150 dds
11	9,67 a	16,67 a	68,33 a
2	6,00 a	2,33 b	11,67 cd
4	5,33 b	3,33 b	7,00 cd
3	4,33 b	2,00 b	16,00 bcd
9	4,33 b	3,33 b	15,00 cd
1	4,00 b	2,00 b	6,67 cd
7	3,33 b	3,00 b	33,33 b
5	3,00 b	2,67 b	16,67 bc
8	3,00 b	3,00 b	36,67 b
6	2,67 b	4,00 b	16,67 bc
10	1,33 b	2,33 b	7,33 cd

* Medias seguidas por la misma letra no son diferentes ($p \leq 0,05$), según la prueba de "T" para medias ajustadas por mínimos cuadrados.

Cuadro 14. Crecimiento de tres leguminosas sembradas como cobertura en pejibaye, en Turrialba, Costa Rica¹.

Tratamiento*	Peso seco (g)	Altura (cm)	Trifolios ² (No.)
<i>C. pubescens</i>	0,37 a	4,25 b	1,80 a
<i>C. macrocarpum</i>	0,30 b	5,90 a	1,60 b
<i>C. acutifolium</i>	0,20 b	4,34 b	1,67 b

1 Datos promedio de 10 plantas /parcela en cinco muestreos.

2 Datos transformados por $\sqrt{x+0,5}$.

* Medias seguidas por la misma letra no son diferentes ($p=0,05$), según la prueba de rango múltiple de Duncan.

Cuadro 15. Crecimiento de tres leguminosas sembradas como coberura en pejibaye, a los 37 y 57 días después de la siembra, en Turrialba, Costa Rica.

Tratamiento*	Peso Seco (g)		Altura (cm)		Trifolio (No.) ¹	
	37	57	37	57	37	57
<i>C. pubescens</i>	0,23 a	0,88 a	4,19 b	4,98 b	1,80 a	2,90 a
<i>C. macrocarpum</i>	0,19 ab	0,73 a	6,00 a	7,70 a	1,66 a	2,28 c
<i>C. acutifolium</i>	0,14 b	0,45 b	4,13 b	4,61 b	1,67 a	2,60 b

1 Datos transformados por $\sqrt{x+0,5}$.

* Medias seguidas por la misma letra no son diferentes ($p=0,05$), según la prueba de rango múltiple de Duncan.

Cuadro 16. Crecimiento de cuatro leguminosas sembradas como cobertura en pejibaye, a los 57 dds, en Turrialba Costa Rica.

Tratamiento*	Peso Seco (g)	Altura (cm)	Trifolios ¹ (No.)
<i>C. pubescens</i>	0,88 a	4,98 b	2,90 a
<i>C. macrocarpum</i>	0,73 a	7,70 a	2,28 bc
<i>P. phaseoloides</i>	0,68 ab	2,00 c	2,45 b
<i>C. acutifolium</i>	0,45 b	4,61 b	2,60 b

1 Datos transformados por $\sqrt{x+0,5}$.

* Medias seguidas por la misma letra no son diferentes ($p=0,05$), según la prueba de rango múltiple de Duncan.

Cuadro 17. Coeficientes de determinación (R^2) y de regresión (b) para el peso seco de tres especies de *Centrosema* en pejibaye con respecto dos variable*.

Var. Indep.	b	PR>/T/	R ²	C.V.
Altura	0,11	0,0001	0,35	80,18
No. Trifolios	0,34	0,0001	0,74	50,92

* Datos promedio de 10 plantas, tomados a los 60 dds.

Cuadro 18. Desarrollo de cuatro leguminosas sembradas como cobertura en pejibaye en dos periodos, en Turrialba Costa Rica¹.

Tratamiento*	Trifolio ²		Long. guias		No. guias ²	
	40	60	40	60	80	100
<i>C. pubescens</i>	1,94a	5,35a	1,60a	37,48a	2,72a	2,88a
<i>C. acutifolium</i>	1,88a	4,16b	1,42a	24,85b	2,28b	2,66ab
<i>P. phaseoloides</i>	1,87a	3,50bc	0,00b	13,88b	1,36b	2,51b
<i>C. macrocarpum</i>	1,71a	3,35c	0,42b	14,10b	2,00b	2,44b

1 Datos promedio de cinco plantas por parcela.

2 Datos transformados por sqrt ($x+0,5$).

* Medias seguidas por la misma letra no son diferentes ($p=0,05$), según la prueba de rango múltiple de Duncan.

Cuadro 19. Porcentaje de cobertura de leguminosas y malezas por parcela en pejibaye, en Turrialba Costa Rica¹.

Tratamiento*	Cobleg (%)	Cobnza (%)
<i>C. pubescens</i>	68,00 a	3,60 a
<i>P. phaseoloides</i>	52,15 b	3,00 a
<i>C. acutifolium</i>	43,00 c	6,35 a
<i>C. macrocarpum</i>	38,60 c	6,40 a
Testigo Sin Cob	-----	5,00 a

1 Datos promedio de cinco muestreos realizados cada 10 días, a partir de los 50 dds.

* Medias seguidas por la misma letra no son diferentes ($p=0,05$), según la prueba de rango múltiple de Duncan.

Cuadro 20. Porcentaje de cobertura de cuatro leguminosas y de malezas por parcela en pejibaye a los 80, 100 y 120 dds, en Turrialba, Costa Rica.

Tratamiento*	Cobbleg (%)			Cobmza (%)	
	80	100	120	100	120
<i>C. pubescens</i>	38,75a	63,75a	95,00a	3,25a	6,25a
<i>P. phaseoloides</i>	31,25b	45,75b	82,50ab	2,75a	5,50a
<i>C. macrocarpum</i>	19,00c	33,00c	70,00b	3,75a	14,75a
<i>C. acutifolium</i>	18,75c	32,50c	86,25a	5,75a	12,00a
Testigo Sin Cob.	-----	-----	-----	4,25a	11,75a

* Medias seguidas por la misma letra no son diferentes ($p=0,05$), según la prueba de rango múltiple de Duncan.

Cuadro 21. Coeficientes de determinación (R^2) y de regresión (b) para el porcentaje de cobertura de cuatro leguminosas sembradas en pejibaye, con respecto a cuatro variables¹.

Var. Indep.	b	PR>/T/	R^2	C.V.
No. Trifolios	2,10	0,0270	0,30	32,98
Altura*	0,04	0,7940	0,01	34,97
Long. guías	0,12	0,1253	0,46	36,16
No. guías	7,45	0,0045	0,45	29,26

¹ Datos promedio de 5 plantas/parcela, tomados a los 70 dds.

* Datos promedio de 5 plantas/parcela, tomados a los 60 dds.

Cuadro 22. Agallamiento radical en tomate cv. "Dina guayabo" por *Meloidogyne arabicida* asociado con seis leguminosas de cobertura.

Tratamiento*	Agallamiento (%)
Tomate + nema	99,0 a
Tomate + <i>D. ovalifolium</i> + nema	89,0 ab
Tomate + <i>C. acutifolium</i> + nema	89,0 ab
Tomate + <i>C. macrocarpum</i> + nema	89,0 ab
Tomate + <i>C. pubescens</i> + nema	75,0 bc
Tomate + <i>P. phaseoloides</i> + nema	62,0 cd
Tomate + <i>A. pintoii</i> + nema	53,0 d

* Medias seguidas por la misma letra no difieren entre sí ($p=0,05$), según la prueba de rango múltiple de Duncan.

Cuadro 23. Efecto del asocio de seis leguminosas de cobertura con tomate cv. "Dina guayabo" sobre el comportamiento de *Meloidogyne arabicida*, con base en el peso fresco de raíz de la planta.

Tratamiento	Peso Fresco de Raíz (g)			
	tomate		legun	
	+	-	+	-
Tomate	15,00 ab	19,50 a	---	---
Tomate+C. <i>acutifolium</i>	13,00 bc	11,00 bc	1,04 c	1,30 c
Tomate+C. <i>macrocarpum</i>	6,92 cdefg	11,82 bc	1,96 c	1,28 c
Tomate+D. <i>ovalifolium</i>	11,50 bc	8,22 cde	0,80 c	0,92 c
Tomate+C. <i>pubescens</i>	7,42 cdef	9,30 bcde	3,04 bc	2,46 c
Tomate+P. <i>phaseoloides</i>	5,10 defg	4,32 efg	5,02 ab	4,90ab
Tomate+A. <i>pinto</i>	1,46 fg	1,10 g	4,96 ab	5,70 a

+ Con *M. arabicida*

- Sin *M. arabicida*

* Medias seguidas por la misma letra no son diferentes ($p=0,05$), según la prueba de rango múltiple de Duncan.

Cuadro 24. Efecto del asocio de seis leguminosas de cobertura con tomate var. "Dina guayabo" sobre el comportamiento de *Meloidogyne arabicida*, con base en el peso seco de la parte aérea de la planta.

Tratamiento	Peso seco de parte aérea* (g)	
	tomate	
	+	-
Tomate	5,50 b	8,50 a
Tomate+C. <i>acutifolium</i>	2,02 cde	3,30 c
Tomate+C. <i>macrocarpum</i>	1,00 ef	3,24 c
Tomate + C. <i>pubescens</i>	1,20 ef	2,96 c
Tomate+D. <i>ovalifolium</i>	1,42 def	2,62 cd
Tomate+P. <i>phaseoloides</i>	0,74 ef	1,14 ef
Tomate+A. <i>pinto</i>	0,42 f	0,38 f

+ Con *M. arabicida*

- Sin *M. arabicida*

* Medias seguidas por la misma letra no son diferentesdifieren ($p=0,05$), según la prueba de rango múltiple de Duncan.

Cuadro 1A. Cuadrados medios del error (CME), coeficientes de determinación y de variación para los ANOVA's realizados para el experimento de leguminosas de cobertura en cacao.

Cuadro No.	Columna	G.L.	CME	R ²	CV
4	1	9	95.21	0.92	69.14
4	2	9	11.49	0.93	33.18
4	3	9	0.07	0.93	14.65
5	1	9	221.48	0.53	144.25
5	2	9	8.52	0.92	29.43
5	3	9	1.06	0.66	17.17
6	1	9	387.66	0.80	75.18
6	2	9	25.47	0.90	29.16
6	3	9	2.18	0.75	21.37
7	1	9	47.38	0.98	28.15
7	2	10	72.48	0.96	23.61
8	1	9	426.74	0.80	75.11
8	2	10	442.13	0.59	42.47
9	1	10	15.91	0.43	119.21
9	2	10	383.67	0.44	130.53
9	3	10	150.96	0.38	168.72
9	4	10	433.17	0.48	76.52

Cuadro 2A. Cuadrados medios del error (CME), coeficientes de determinación y de variación para los ANOVA's realizados para el experimento de *A. pintoi* como cobertura viva en cacao.

Cuadro No.	Columna	G.L.	CME	R ²	CV
10	4	9	0.50	0.73	15.02
11	1	9	50.36	0.73	126.01
11	2	10	26.49	0.89	69.96
12	1	9	1.79	0.65	45.17
12	2	9	10.39	0.51	91.23
12	3	9	327.54	0.43	140.66
13	1	10	12.60	0.38	83.07
13	2	10	1.32	0.95	28.33
13	3	10	159.55	0.79	59.04

Cuadro 3A. Cuadrados medios del error (CME), coeficientes de determinación y de variación para los ANOVA's realizados para el experimento con leguminosas de cobertura en pejibaye.

Cuadro No.	Columna	G.L.	CME	R ²	CV
14	1	2	0.0097	0.92	34.64
14	2	2	0.4700	0.86	14.16
14	3	2	0.0150	0.98	7.32
15	1	2	0.0019	0.64	23.92
15	2	2	0.0207	0.83	20.90
15	3	2	0.0870	0.95	6.18
15	4	2	0.1800	0.96	7.36
15	5	2	0.0226	0.40	8.86
15	6	2	0.0210	0.87	5.60
16	1	2	0.0280	0.75	24.25
16	2	2	148.5800	0.98	8.05
16	3	2	0.5380	0.84	12.03
18	1	3	0.0202	0.50	7.68
18	2	3	0.2372	0.83	11.90
18	3	3	0.2289	0.80	55.88
18	4	3	57.8900	0.75	33.70
18	5	3	0.0670	0.68	11.19
18	6	3	0.0350	0.66	7.13
19*	1	3	32.2625	0.97	11.27
19*	2	3	8.8000	0.78	61.03
20*	1	3	7.8000	0.95	10.37
20*	2	3	44.9300	0.89	15.32
20*	3	3	60.7200	0.82	9.33
20*	4	3	3.8600	0.53	50.76
20*	5	3	48.5300	0.60	72.23

* Datos resultado de ANCOVA's.

Cuadro 4A. Cuadrados medios del error (CME), coeficientes de determinación y de variación para los ANOVA's realizados para el experimento con nematodos.

Cuadro No.	Columna	G.L.	CME	R ²	CV
22	1	6	144.23	0.73	15.11
23	1 y 2	13	18.82	0.62	48.31
23	3 y 4	13	3.03	0.57	62.43
24	1 y 2	13	1.04	0.85	41.48
24	3 y 4	13	0.66	0.41	78.86