

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

EL USO DE LEGUMINOSAS COMO COBERTURA VIVA Y MUERTA PARA EL CONTROL DE MALEZAS EN EL CULTIVO DE MAÍZ, COMO ALTERNATIVA AL SISTEMA DE ROZA-TUMBA-QUEMA, EN YUCATÁN, MÉXICO.

Tesis sometida a la consideración del Comité Técnico Académico del Programa de Postgrado en Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales Renovables del CATIE, para optar al grado de:

MAGISTER SCIENTIAE

Jesús Arturo Caamal Maldonado

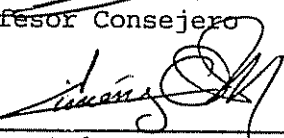
**Turrialba, Costa Rica
1995**

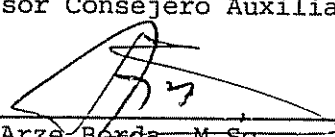
Esta tesis ha sido aceptada en su presente forma, por la Jefatura del Area de Posgrado en Ciencias Agrícolas y Recursos Naturales del CATIE y aprobada por el Comité Asesor del estudiante como requisito parcial para optar al grado de:

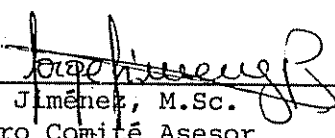
MAGISTER SCIENTIAE

FIRMANTES:

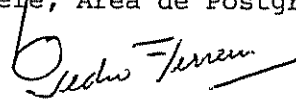

Bernal Valverde, Ph.D.
Profesor Consejero



Juan Jiménez-Osornio, Ph.D.
Profesor Consejero Auxiliar


José Arze Berda, M.Sc.
Miembro Comité Asesor


Jorge Jiménez, M.Sc.
Miembro Comité Asesor


Juan Aguirre, Ph.D.
Jefe, Area de Postgrado


Pedro Ferreira, Ph.D.
Director, Programa de Enseñanza


Jesús Arturo Caamal Maldonado
Candidato

DEDICATORIA

A la memoria de mis padres: Leyla y Alfredo

A mis hermanas, sobrinos y familia

A todos mis amigos

Especialmente a Ethita

AGRADECIMIENTOS

Deseo expresar mi más sincero agradecimiento a las siguientes personas e instituciones que hicieron posible la realización de esta tesis.

A los Doctores Bernal Valverde y Juan Jiménez-Osornio, ambos Profesores Consejeros, por toda la ayuda, paciencia y estímulo para la realización de este trabajo. Sin su ayuda, este trabajo nunca hubiese tenido final. Por su amistad, también muchas gracias.

Al Dr. Ramiro de la Cruz, Profesor Consejero inicial, que en un principio sugirió el tema de la tesis, y la necesidad de hacer el estudio en estación experimental. También por su amistad.

A la Dra. Silvia del Amo, queridísima maestra y amiga, quien me impulsó a seguir mis estudios en el CATIE y que, a través de Gestión de Ecosistemas, A.C., financió mi estancia inicial en Costa Rica.

A los miembros del Comité de Tesis: M.S. José Arze, M.S. Jorge Jiménez, por su interés en el estudio, y revisiones críticas y acertadas del documento.

A M.S. Enrique Rojas y M.S. Arnoldo Merayo, por la revisión y sugerencias durante la elaboración del anteproyecto de tesis.

Al Dr. Pedro Oñoro, quien me brindó su valiosísima ayuda en el análisis de los resultados experimentales. Sin su colaboración, la conclusión del trabajo hubiese sido imposible. Además, por su amistad y bonhomía. Muchísimas Gracias.

Al Dr. Pedro Ferreira, por sugerir modificaciones importantes en el diseño experimental original, y por toda su colaboración.

A todos los compañeros del MIP, sin excepción, quienes en todo momento me brindaron su apoyo y amistad. Muchas Gracias.

Al personal del Centro de Cómputo de CATIE, siempre dispuesto a solucionar los problemas de los estudiantes.

Al personal de la Biblioteca Conmemorativa Orton. Todos, sin excepción, brindaron su mejor esfuerzo para que yo y mis compañeros de promoción culmináramos con éxito nuestros estudios.

A todo el personal de Postgrado, siempre dispuesto a colaborar en los trámites y problemas de toda índole de los estudiantes.

Al Dr. Raúl Godoy, director de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Autónoma de Yucatán, donde se realizó esta tesis, por haber brindado todas las facilidades necesarias para el trabajo de campo.

Al CONACYT, por otorgarme la beca para realizar mis estudios de Postgrado en el CATIE.

A la Fundación Rockefeller, quien financió una parte importante de este estudio. En especial, a su representante en México, Dr. Rubén Puentes.

A la Biól. Laura Meneses Calvillo por toda la gran ayuda que me brindó en el trabajo de campo y la organización de resultados. Sin su colaboración y gran amistad, el trabajo hubiese sido muchísimo más difícil.

Al Biól. David Burgos, por haber colaborado desinteresadamente en el trabajo de campo, y por su amistad.

Al Biól. Federico Nava por todo el apoyo brindado para la elaboración de las versiones iniciales de la tesis en el Centro de Cómputo de PROTROPICO, en la UADY.

Al M. en C. Jorge Navarro por la ayuda inicial en el análisis estadístico de los datos experimentales.

A Don Emilio Narváez, Crescencio Narváez, Miguel Maas y José Narváez, por su gran ayuda en el duro trabajo de campo, y sobre todo, por su amistad y por su excelencia como personas.

A todos los compañeros de PROTROPICO, de la UADY, por su sincera amistad, compañerismo y excelente ambiente de trabajo. Entre ellos me sentí muy motivado para realizar este estudio.

A los compañeros del laboratorio de Biología de la UADY, por brindarme su apoyo y un espacio físico en todo el tiempo de realización del experimento.

Al personal del herbario de la UADY, y a la M. en C. Rocío Ruenes por la identificación de las especies de malezas presentes en la parcela experimental.

A todo el personal de la UADY que de una u otra forma colaboró para que este trabajo tuviese buen fin.

A la Biól. Ethel Arceo, por todo el apoyo brindado en la revisión de resultados y, sobre todo, por la ayuda y apoyo moral en los momentos de mayor tensión. Infinitamente agradecido.

A Silvia Ceballos y Armín Ayala, por las grandes facilidades brindadas para mi estancia en la Ciudad de Mérida, y por su amistad.

Al amigo Mauro Suazo, por toda su amistad, compañerismo y ayuda desinteresada para la edición e impresión finales del trabajo.

Al amigo Maynor Calvo, quien en los momentos más difíciles me ofreció el apoyo de computación e impresión para la conclusión del documento.

Al amigo Juan Hidalgo, quien me brindó su colaboración para solucionar problemas técnicos de cómputo. Sin su ayuda, hubiese sido más difícil la conclusión de este trabajo.

A Francisco Solano, por la gran ayuda brindada para la elaboración del material para la presentación del seminario de tesis, realizado en muy poco tiempo. Su ayuda fue invaluable.

A mi compañero y amigo Rubén de la Piedra, quien me brindó alojamiento en el CATIE durante los días finales de la realización de este documento. Además, por facilitarme el uso de su computadora, sin lo cual este trabajo no hubiese sido concluido a tiempo.

A Theresa Jiménez, por la traducción al inglés del resumen de esta tesis, y por su amistad.

A todos mis compañeros-amigos de la Promoción 93-94. La unión y amistad que entre nosotros campeó fue fundamental para que todos lleváramos a buen término nuestros estudios.

A los compañeros de las promociones anterior y posterior a la mía, con los que afortunadamente pude convivir, por la amistad brindada.

A la Sra. Cristina Fernández, Patricia Fernández, Eliede Fernández, Javier González y la tiquita Estefanía, por la hospitalidad brindada a un mexicano por parte de una auténtica familia costarricense. En los momentos más difíciles encontré en ellos el mejor alivio. Muchísimas Gracias.

A todas las personas que de una u otra forma colaboraron para la realización de este trabajo.

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	1
OBJETIVOS	5
Objetivo General	5
Objetivos Específicos	5
HIPÓTESIS DE TRABAJO	6
REVISIÓN DE LITERATURA	7
Aspectos relevantes del sistema de roza-tumba-quema (r-t-q-) en Latinoamérica y México	7
Utilización de leguminosas como coberturas vivas en la región latinoamericana	10
1. Utilización de <i>Mucuna deeringianum</i> y <i>Canavalia</i> <i>ensiformis</i> como cultivos de cobertura	16
2. Investigaciones experimentales sobre <i>Mucuna</i> <i>deeringianum</i> y <i>Canavalia ensiformis</i> en Latinoamérica	20
3. Estudios experimentales con leguminosas de cobertura viva en México	23
Utilización de coberturas muertas de leguminosas en la región latinoamericana	26
1. Informes sobre la utilización de <i>Leucaena leucocephala</i> y <i>Lysiloma latisiliquum</i>	28
MATERIALES Y MÉTODOS	31
Zona de estudio	31
Metodología	33
1. Procedimiento general	33
2. Tratamientos y diseño experimental	33
Variables de respuesta	40
1. Malezas: banco de semillas, biomasa, cobertura	40
a) Banco de semillas	40
b) Biomasa	40
c) Porcentaje de cobertura	40
2. Leguminosas de cobertura viva: <i>M. deeringianum</i> y <i>C. ensiformis</i>	41
a) Cobertura de <i>M. deeringianum</i> y <i>C. ensiformis</i>	41
b) Altura de <i>C. ensiformis</i>	41
c) Biomasa de <i>M. deeringianum</i> y <i>C. ensiformis</i>	41
3. Rendimiento de maíz (grano) y biomasa vegetativa	41
Análisis estadístico para las diferentes variables	42
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	44
Banco de semillas	44
Biomasa de malezas en los diferentes tratamientos	46
1. Primera fase experimental	46

a) Primer muestreo	46
b) Segundo muestreo	48
2. Segunda fase experimental	51
a) Primer muestreo	51
b) Segundo muestreo	54
Cobertura de malezas	59
1. Primera fase experimental	59
a) Primer muestreo	59
b) Segundo muestreo	61
2. Segunda fase experimental	62
a) Primer muestreo	62
b) Segundo muestreo	65
c) Tercer muestreo	66
d) Cuarto muestreo	70
Altura de <i>Canavalia ensiformis</i>	71
Cobertura de <i>Mucuna deeringianum</i> y <i>Canavalia ensiformis</i>	73
Biomasa de <i>Mucuna deeringianum</i> y <i>Canavalia ensiformis</i>	76
Rendimiento (grano) y biomasa vegetativa de maíz	78
1. Rendimiento de grano	78
2. Biomasa vegetativa aérea	82
CONCLUSIONES	85
RECOMENDACIONES	87
BIBLIOGRAFÍA	88
ANEXOS	101

Caamal Maldonado, J. A. 1995. El Uso de Leguminosas como Cobertura Viva y Muerta para el Control de Malezas en el Cultivo de Maíz, como Alternativa al Sistema de Roza-Tumba-Quema, en Yucatán, México.

Palabras clave: *Mucuna deeringianum*, *Canavalia ensiformis*, *Leucaena leucocephala*, *Lysiloma latisiliquum*, paraquat, roza-tumba-quema.

RESUMEN

Se realizó un estudio entre marzo de 1994 y febrero de 1995, en la Unidad Experimental de la Facultad de Veterinaria de la Universidad Autónoma de Yucatán, México. Las leguminosas *Mucuna deeringianum* y *Canavalia ensiformis* fueron evaluadas como cobertura viva y *Leucaena leucocephala* y *Lysiloma latisiliquum* como cobertura muerta o mantillo para el control de las malezas en el cultivo de maíz.

El estudio se dividió en dos fases. En la primera etapa, los tratamientos incluyeron ambas especies de cobertura viva sembradas en parcelas de 5 x 10 m, el mantillo de las leguminosas arbóreas y la aplicación de paraquat (0.60 kg./ha). Cuatro parcelas adicionales permanecieron en barbecho. El diseño experimental fue de bloques completos al azar.

En la segunda fase experimental, las parcelas iniciales fueron divididas, recibiendo una de las subparcelas el mismo tratamiento de la primera etapa. Se sembró el maíz en ambas subparcelas (1.20 x 1 m). Las cuatro parcelas adicionales en barbecho, también fueron divididas en subparcelas para establecer: a) 1a. parcela en barbecho: *M. deeringianum* y *C. ensiformis*, intercaladas entre las hileras de maíz, a 50 cm entre plantas; b) 2a. parcela en barbecho: aplicación de mantillo de *L. leucocephala* y *L. latisiliquum* (12 t/ha de material verde); c) 3a. parcela en barbecho: aplicación de herbicida (0.60 kg i.a./ha) y deshierbe manual, y d) 4a. parcela en barbecho: maíz sin deshierbe y barbecho (sin maíz y sin deshierbe). El diseño utilizado en esta segunda fase fue de parcelas divididas.

La biomasa total de malezas fue evaluada a los 60 y 90 días después de la siembra (dds) de las coberturas, en la primera fase, y a los 20 y 60 dds, en la segunda etapa. La cobertura de malezas fue evaluada en los mismos intervalos, pero se incluyeron otras dos evaluaciones (a los 30 y 45 dds del maíz), en la segunda etapa). También se midió la altura de *C. ensiformis*, y la cobertura del terreno por *M. deeringianum* y *C. ensiformis*, cada 30 días en ambas fases. Adicionalmente, al finalizar cada fase se determinó la biomasa de *M. deeringianum* y *C. ensiformis*. Finalmente, se determinó el rendimiento de grano y la biomasa vegetativa del maíz.

En la primera fase experimental, las diferencias en biomasa de malezas se hicieron evidentes hasta el segundo muestreo. Las parcelas con cobertura viva, acumularon la menor cantidad de malezas, comparadas con las parcelas en barbecho y con las coberturas muertas. En la segunda fase experimental, el mejor control de malezas se observó en las parcelas con residuos de leguminosa de la

primera fase. Asimismo, las parcelas con leguminosas sembradas por vez primera, acumularon menos malezas que los testigos. La cobertura de malezas siguió un patrón similar, siendo menor en las parcelas con residuos de *M. deeringianum* y *C. ensiformis*. Los testigos del agricultor (deshierbe manual y aplicación de herbicida), también mostraron un buen control de malezas.

C. ensiformis, alcanzó su mayor altura (1.60 m) en la primera fase, cuando fue sembrada en monocultivo. En la segunda etapa, la presencia del maíz redujo su crecimiento en un 50%. La cobertura ejercida por las leguminosas también fue reducida en la segunda etapa, ya que al ser sembradas en monocultivo, alcanzaron rápidamente valores elevados (96%), mientras que en el segundo caso, se desarrollaron más lentamente, alcanzando como máximo un 70% de cobertura para *Mucuna*.

El rendimiento de grano de maíz fue superior en las parcelas con residuo de *C. ensiformis* en comparación con las que tuvieron residuo de *M. deeringianum*, debido a la mayor cantidad de biomasa producida por la primera. La producción de grano también fue mayor en las parcelas con coberturas comparadas con los testigos del agricultor. Asimismo, las parcelas con coberturas vivas (sin residuo de la primera fase) produjeron más grano que las coberturas muertas.

CAAMAL MALDONADO, J.A. 1995. Use of Legumes as Cover Crops and Dead Mulches for Weed Control in Corn, as an Alternative to Slash and Burn, in Yucatán, México.

Key words: *Mucuna deeringianum*, *Canavalia ensiformis*, *Leucaena leucocephala*, *Lysiloma latisiliquum*, paraquat, slash and burn.

SUMMARY

A study was conducted between March 1994 and February 1995, at the Experimental Research Unit of the Veterinary School of the Universidad Autónoma de Yucatán, México. The legumes *Mucuna deeringianum* and *Canavalia ensiformis* were evaluated as cover crops, and *Leucaena leucocephala* and *Lysiloma latisiliquum* as mulches, to control weeds in corn.

The study was divided in two phases. In the first phase, treatments included both species of live cover crops planted in 5 x 10 m plots, mulch from the two bush legumes (12 t/ha of green material) and a chemical check of paraquat (0.60 kg/ha). Four additional plots remained in fallow. A complete randomized block designed was used.

In the second phase, original plots were divided, with one of the subplots receiving the same treatment as in the first phase. Corn was planted in both subplots (1.20 x 1 m). The fallow plots were also divided in subplots to establish the following treatments: a) 1st. fallow plot: *Mucuna deeringianum* and *C. ensiformis*, between corn rows, at 50 cm. between plants; b) 2nd. fallow plot: *L. leucocephala* y *L. latisiliquum* applied at 12 t/ha of green material; c) 3rd. fallow plot: paraquat (0.60 kg/ha) and hand weeding; and d) 4th. fallow plot: without weeding and without corn and without weeding. The design used in the second phase was a split plot.

Total weed biomass was evaluated at 60 and 90 days after planting (dap) cover crops, in the first phase, and at 20 and 60 dap in the second phase. Weed cover was evaluated at the same intervals, except that two more evaluations (at 30 and 45 dap corn) were added in the second phase. Plant height for *C. ensiformis* and ground cover by *M. deeringianum* and *C. ensiformis* were measured. Additionally, at the end of each phase, *M. deeringianum* and *C. ensiformis* biomass were determined. Corn grain yield and vegetative biomass also were measured.

In the first experimental phase, differences in weed biomass were evident up until the second sampling (90 days after planting cover crops). Fewer weeds were present in plots with cover crops compared to fallow plots and with live cover crops compared to dead mulch. In the second experimental phase, better weed control was observed in plots with legume residues from the first phase. Plots with legumes planted for the beginning also accumulated less weed biomass than controls. Weed cover followed a similar pattern, always favoring plots with residues of *M. deeringianum* and *C. ensiformis*. Farmer's checks (hand weeding and herbicide application) also resulted in good weed control.

C. ensiformis grew higher (1.60 m) in the first phase, when it was planted as an individual crop. In the second phase, the presence of corn reduced its growth by 50%. Cover by the legume crops was also reduced in the second phase. It reached high values (96%) quickly when planted as a single crop, while it developed more slowly in the second phase, reaching a maximum of 70% cover for *Mucuna*.

Corn grain yield was higher in plots with *C. ensiformis* residues compared with those with *M. deeringianum* residues, because of the greater amount of biomass produced by the former. Corn grain yield was higher also in plots with cover crops and mulch (both applied in the second phase, in plots originally in fallow) compared with the farmer's controls. Likewise, plots with cover crops were higher in corn grain yield than those with mulch.

INTRODUCCION

En las regiones tropicales del planeta, que involucran un 30% de las tierras cultivables, la forma de producción agrícola más extendida es el sistema de roza-tumba-quema (r-t-q). Datos recientes indican que tal sistema es la base de subsistencia de 300 a 500 millones de personas, en su mayor parte asentadas en estas regiones (Brady, 1994).

Esta forma de manejo inicia con la apertura de un espacio ocupado por vegetación madura, mediante su roza y tumba, y la posterior quema que hará disponibles para el cultivo los nutrimentos contenidos en la ceniza (Palerm, 1981; Brady, 1994). El período de cultivo dura de 2 a 3 años, al cabo de los cuales, se abandona el terreno, por la reducción en la fertilidad y el incremento de problemas con las malezas, fundamentalmente, abriéndose entonces nuevos terrenos con la misma finalidad (Duch, 1992; Kang, 1993; Brady, 1994). Este descanso de las parcelas originalmente cultivadas, permite volver a ellas después de 15-20 años, al recuperarse los nutrimentos extraídos del sistema por la cosecha y por otros procesos como la erosión, además de que se hace necesario por el citado incremento en la competencia con las malezas (Duch, 1992).

El sistema es eficiente bajo condiciones de baja presión sobre las tierras en descanso (Ezumah, 1983, Lambert, 1990; Warner, 1991; Jiménez-Osornio, 1993; Harwood, 1994). Si, por el contrario, hay mayor demanda de tierra, por una mayor densidad poblacional (Srisawas, 1982; Buckles *et al.*, 1992), o escasez de terrenos con suficiente tiempo de descanso, los períodos de barbecho pueden acortarse considerablemente (Bandy *et al.*, 1994).

En el Estado de Yucatán, México, la agricultura migratoria no escapa a la tendencia generalizada en la reducción de los tiempos de barbecho, por lo que en los últimos años la situación por la que atraviesa el sistema es crítica, derivada

principalmente de las presiones sobre las tierras en descanso (Hernández, 1985; Arias, 1992; Levy y Hernández, 1992; Mariaca, 1992; Zizumbo, 1992). Lo anterior ha conducido a producciones escasas, alrededor de los 750 kg/ha de maíz criollo (*Zea mays*), muy por debajo de la media nacional de 2 t/ha. Si a ello se agrega que solamente se produce por etapas de 2 años, la situación es aún más grave.

La región henequenera de Yucatán, localizada en su porción oriental, y llamada así porque desde los años 50 se trabajó casi exclusivamente el monocultivo extensivo del henequén (*Agave fourcroydes*), para la obtención de fibra (Medellín, 1994), cuenta con menos reservas de vegetación secundaria con suficiente tiempo de descanso que el resto del estado, por el mismo cultivo extensivo de la agavea, para permitir un manejo adecuado de los recursos bajo el sistema de r-t-q. El problema se tornó crítico cuando, a partir de 1992, se eliminó el subsidio que las autoridades agrícolas proporcionaban a los productores de la fibra, por lo que las actividades productivas se han reorientado hacia la producción de maíz y otros cultivos asociados, mediante el sistema de r-t-q (Jiménez-Osornio, 1993; Medellín, 1994). Los problemas, identificados por los propios campesinos, son: producciones bajas, disminución de la fertilidad natural y problemas con malezas (Patriquin, 1988; Jiménez-Osornio, 1993).

Además de lo anterior, por la marcada emigración de la población joven hacia Mérida, capital del estado, o hacia otros polos de desarrollo, como Cancún (Medellín, 1994), la disponibilidad de mano de obra para realizar las tareas de cultivo más demandantes de esfuerzo, como el propio deshierbe (Hammond, 1981), es muy escasa, por lo que la difusión sin control del uso de productos químicos para su manejo, se ha ampliado considerablemente, destacando el paraquat (Arias, 1980).

Todo lo antes expuesto hace evidente que se necesita intensificar la utilización de los terrenos agrícolas, en el sentido de hacer un uso continuo de los mismos (durante un período mayor), pero sin degradarlos (Turner II y Doolittle, 1978;

Akobundu, 1983; Hart, 1986; Trenbath *et al.*, 1990; Neugebauer, 1993; Kang, 1993; Buckles y Barreto, 1994; Harwood, 1994; ICRAF, 1994). En pocas palabras, se requiere una modificación tecnológica racional del sistema (Warren, 1983; Terán y Rasmussen, 1992; Terán, 1994; Duch, 1992), mediante el desarrollo de prácticas que mantengan o mejoren los niveles de productividad y que logren controlar eficientemente las malezas (arvenses*), sin el uso de insumos externos al sistema (Escárzaga, 1987; Buckles y Barreto, 1994).

Afortunadamente, esta búsqueda no carece de antecedentes. Un campo promisorio para encontrar opciones que permitan enfrentar la situación descrita lo constituye la utilización de diferentes especies de leguminosas como cobertura viva o muerta (mulch o mantillo) para mantener o mejorar las condiciones del suelo y controlar las malezas (Vandermeer, 1989; Lathwell, 1990).

Las coberturas, por minimizar la entrada de luz sobre la superficie del suelo y disminuir el rango de fluctuación de las temperaturas, inciden de manera directa en el desarrollo de las malezas (Lanini, 1987; Domínguez, 1990), que son de naturaleza heliófila. Además, se añade al efecto anterior la posible interferencia por competencia (coberturas vivas) y alelopatía (Hart, 1986; Domínguez, 1990; Jiménez-Osornio, 1993; Anaya, 1993).

Por otro lado, aunque no menos importante, está el hecho de que algunas leguminosas pueden realizar la fijación de nitrógeno atmosférico, y su incorporación por la descomposición de las hojas muertas o del mantillo (Lathewell, 1990). Esto conduce al mejoramiento en la fertilidad del suelo, a la sostenibilidad de la producción y a la intensificación del manejo, sin necesidad del abandono total del terreno (barbecho acelerado).

* El término arvense se refiere a las especies vegetales que se encuentran asociadas a labores culturales. Es decir, son plantas que se presentan cuando se maneja un terreno para la producción agrícola. No tiene una connotación negativa, como el vocablo maleza, empleado comunmente para denominar a estas especies (Chacón y Gliessman, 1982; Hernández, 1985).

Las perspectivas de utilización de estas especies en Yucatán, en específico *Mucuna deeringianum* y *Canavalia ensiformis*, como cultivos de cobertura, además de *Lysiloma latisiliquum* y *Leucaena leucocephala* (ambas muy abundantes en el estado) como coberturas muertas (mantillo), son alentadoras. De hecho, se han iniciado trabajos que incluyen a las dos primeras, en comunidades campesinas de la zona henequenera y de la zona citrícola del estado (Jiménez-Osornio, 1993, Neugebauer, 1993; Lara *et al.*, 1994).

Este estudio forma parte del proyecto Alternativas Agrosilvícolas para la Zona Henequenera, realizado por el Programa de Manejo y Conservación de Recursos Naturales Tropicales de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Autónoma de Yucatán, México (UADY). El objetivo del programa es generar, desarrollar y promover el aprovechamiento integral de los recursos naturales de la región a través de alternativas agroforestales, partiendo de las necesidades de las comunidades rurales del área y promoviendo el desarrollo comunitario autogestivo.

OBJETIVOS

Objetivo general

Determinar la adaptabilidad de leguminosas de cobertura a las condiciones de clima cálido subhúmedo del estado de Yucatán, México, y su papel en el control de malezas, el aporte de materia orgánica y su efecto en el rendimiento del cultivo de maíz, a nivel de estación experimental.

Objetivos Específicos

a) Evaluar el potencial de *Mucuna deeringianum* y *Canavalia ensiformis* como cultivos de cobertura, y su adaptabilidad a las condiciones específicas de la zona henequenera, en Yucatán, México.

b) Determinar el efecto de *Mucuna deeringianum* y *Canavalia ensiformis* (coberturas vivas) y de *Leucaena leucocephala* y *Lysiloma latisiliquum* (mantillo) sobre el desarrollo de las malezas más conspicuas, y la dinámica de las mismas en general.

c) Evaluar la aportación de material orgánico (biomasa) por parte de *Mucuna deeringianum* y *Canavalia ensiformis*.

d) Determinar el efecto de *Mucuna deeringianum*, *Canavalia ensiformis*, *Leucaena leucocephala* y *Lysiloma latisiliquum* sobre el rendimiento de grano y la producción de biomasa vegetativa de maíz.

HIPÓTESIS DE TRABAJO

- a) Las coberturas vivas de *Mucuna deeringianum* y *Canavalia ensiformis* se establecen adecuadamente en las condiciones de clima cálido subhúmedo, desarrollando una cobertura total sobre el terreno

- b) El control de las malezas difiere en las coberturas vivas (*Mucuna deeringianum* y *Canavalia ensiformis*), la incorporación de mantillo (*Leucaena leucocephala* y *Lysiloma latisiliquum*) y los sistemas tradicionales de cultivo

- c) El aporte de material orgánico por parte de los cultivos de cobertura difiere entre *Mucuna deeringianum* y *Canavalia ensiformis*

- d) El efecto sobre el rendimiento de grano (maíz) y su biomasa vegetativa es diferente para las cuatro especies estudiadas: *Mucuna deeringianum*, *Canavalia ensiformis*, *Leucaena leucocephala* y *Lysiloma latisiliquum*

REVISION DE LITERATURA

Aspectos relevantes del sistema de roza-tumba-quema (r-t-q) en Latinoamérica y México

En las zonas tropicales de México, especialmente en el sureste del país, la caracterización del sistema de r-t-q- antes enunciada, no es muy distinta, aunque obviamente existen particularidades de una región a otra (Sánchez, 1977), determinadas en buena parte por la experiencia propia de los campesinos y por el desarrollo de estrategias productivas acumuladas por generaciones (Warner, 1991). Aquí, este tipo de agricultura se remonta en su origen a las culturas indígenas que han habitado estas regiones desde antes de la llegada de los europeos, cuando menos desde hace 3,000 años (Sanders, 1981; Wiseman, 1978; Mariaca, 1992; Coe y Flannery, 1981), y ha contribuido a su subsistencia hasta el presente, junto con otras formas de manejo más intensivo de la tierra (policultivos, huertos, silvicultura, etc (Harris, 1978; Turner II y Doolittle, 1978; Turner II y Harrison, 1978; Hammond, 1981; Zizumbo, 1992; Terán, 1992).

Específicamente en el Estado de Yucatán, en la península del mismo nombre, este tipo de agricultura contribuyó, durante milenios, al desarrollo de las comunidades mayas (Wiseman, 1978), con niveles poblacionales relativamente altos, no obstante las condiciones limitantes de la región, sobre todo la pedregosidad de los suelos (Terán y Rasmussen, 1992). Actualmente, este sistema itinerante es practicado en 165,000 ha de milpa (como se le conoce localmente en Yucatán), contribuyendo con ello al 80% de la producción alimentaria en el estado (Zizumbo, 1992).

Puede decirse que la roza, tumba y posterior quema de la vegetación antes de iniciar el cultivo, constituyen una trilogía adaptada a las condiciones ecológicas del trópico (Warner, 1991; Duch, 1992; Bandy *et al.*, 1994; Harwood, 1994), particularmente porque este es un sistema de manejo que toma en consideración los

procesos de regeneración de la vegetación original (sucesión secundaria) (Arias, 1980; Hart, 1986; Froud-Williams, 1988; Ramakrishnan, 1988; Levy y Hernández, 1992). El período de abandono, consustancial a este sistema de producción, conocido regularmente como barbecho en la región latinoamericana, es de hecho un proceso natural de recuperación de la fertilidad del suelo sin la intervención humana directa, mediante la recirculación de minerales entre el suelo y la fitomasa y la reincorporación de la materia orgánica disminuída durante el ciclo de cultivo (Ruthenberg, 1980; Bayliss-Smith, 1982; Lambert *et al.*, 1990; Juo y Manu, 1994). Además, como ya se había expresado, coadyuva a la supresión de poblaciones de malezas, a instancias del mismo proceso de sucesión secundaria (Hart, 1986; Ramakrishnan, 1988; Duch, 1992).

Por lo común, las siguientes situaciones pueden presentarse en relación con el barbecho: a) lapsos de descanso de 3 a 4 años, que generan comunidades de gramíneas, en donde especies de esta familia de plantas y otras malezas dominan la vegetación; b) intervalos sin cultivo de 5 a 8 años, que favorecen la presencia de arbustos pequeños y de plántulas de árboles en la vegetación secundaria, y c) tiempos de espera de alrededor de 10 años ó más, que permiten la presencia de árboles, dando lugar a lo que podría denominarse un barbecho forestal (Ewel, 1971; Bayliss-Smith, 1982). Con la actual tendencia a acortar las fases de descanso, la producción declina, y el establecimiento de especies arbóreas se inhibe, dando lugar a una "sucesión interrumpida" (Romanini, 1979; Altieri, 1988; Froud-Williams, 1988; Lambert *et al.*, 1990; Terán y Rasmussem, 1992). Este es el caso cuando a la extracción de especies maderables sigue la utilización agrícola por un corto período, dados los problemas con malezas y bajos rendimientos, para posteriormente establecer pastizales para la ganadería extensiva (Payne, 1982; Buschbacher, 1986; Denslow, 1988, citado por Overgaard, 1993), con lo cual el proceso natural de sucesión secundaria se ve degradado (Gómez-Pompa *et al.*, 1972; Barrera *et al.*, 1977; Moreno, 1978; Parsons, 1976; Romanini, 1979; Myers, 1980; Gómez-Pompa, 1984).

Es evidente que la cantidad de trabajo invertida por unidad de producto obtenida es menor en el barbecho forestal, a pesar de la inversión inicial alta requerida para cortar la selva (Palerm, 1981). Igualmente obvio es que la mayor cantidad de trabajo en la preparación y labores durante el cultivo, corresponden a los terrenos con el menor período de descanso entre cultivos (barbecho de gramíneas), puesto que es más difícil mantener niveles adecuados de producción sin la inversión de grandes cantidades de trabajo o de insumos externos al sistema, debido a la continua degradación del terreno, y a la disminución de los rendimientos obtenidos, principalmente por la disminución de la fertilidad del suelo y la mayor presencia de malezas (Warner, 1991; Jiménez-Osornio, 1993).

En relación con esto último, los herbicidas son la forma más comúnmente empleada para el control de las arvenses (Altieri y Liebman, 1988), fomentado su uso por las propias autoridades agrícolas, las que condicionan el otorgamiento de créditos al empleo del producto químico (Arias, 1992). No obstante, por el daño que pueden causar al ambiente, y en ciertos casos, a los propios cultivos y al ser humano, se pretende reducir su utilización a un nivel racional (Yang-Han, 1983; Patriquin, 1988). Los herbicidas son insumos costosos que requieren cierto grado de tecnología, y a los que la mayoría de los campesinos en México, no tienen acceso. Además, si no son manejados adecuadamente, podrían llegar inclusive a incrementar los problemas con las malezas, a instancias del desarrollo de resistencia de ellas mismas (Oka y Pimentel, 1976). Además, debe entenderse que el control de estas plantas no debe estar enfocado hacia su erradicación drástica de los terrenos de cultivo, para mantener el suelo limpio de vegetación que no sean las plantas cultivadas (Altieri, 1988; Bandy, 1994)), sino en el favorecimiento de las condiciones que permitan ventajas competitivas al cultivo sobre las arvenses (Altieri y Liebman, 1988), sobre todo en las etapas iniciales del crecimiento del mismo (Zimdahl, 1979, 1988; Holt, 1987).

Todo lo antes enunciado permite visualizar claramente el problema de la producción agrícola en Yucatán, y hacia dónde debe dirigirse la búsqueda de opciones que permitan revertir la situación. En este sentido, la utilización de leguminosas como coberturas vivas y muertas, ha surgido como una estrategia para el control de las poblaciones de malezas, sobre todo en el período crítico de crecimiento de la especie cultivada, y para el mantenimiento o mejoramiento de los niveles de producción.

Utilización de leguminosas como coberturas vivas en la región latinoamericana

Existen muchos informes sobre el uso de especies asociadas a los cultivos principales en los sistemas agrícolas tradicionales (entendiéndose como tradicionales aquellos sistemas empíricos que los grupos campesinos han desarrollado durante siglos en diferentes regiones tropicales, y específicamente en el área mesoamericana). Estos sistemas de policultivo han manifestado características ecológicas deseables, tanto en la producción obtenida, como en aspectos de mejoramiento de las condiciones edáficas y la problemática de plagas (Andrews y Kassam, 1976; Nations y Nigh, 1980; Gliessman et al, 1981; Caamal, 1985; Francis, 1986; Altieri y Liebman, 1986; Liebman, 1988; Vandermeer, 1989; Letorneau, 1990; Power, 1990; Terán y Rasmussen, 1992; Terán, 1994; Jiménez-Osornio, 1993; Stavrakis, s.f.).

‡ En el caso de especies asociadas como cobertura, Akobundu (1992), resume su utilización en los trópicos húmedos y subhúmedos en cuatro modelos: a) leguminosas perennes de cobertura (preferentemente herbáceas), b) sistema de mantillo *in situ*, que corresponde a la formación del propio mantillo por la muerte de leguminosas anuales, c) leguminosas con tallos erectos, ya sean anuales o perennes, incluyendo tanto plantas herbáceas como arbóreas (cultivo en callejones), d) cultivos de cobertura, que no incluyen leguminosas.

Diversos grupos campesinos, en diferentes regiones, realizan tal integración de leguminosas de manera tradicional (Davis *et al*, 1986), destacando la asociación *Zea mays-Phaseolus vulgaris-Cucurbita* sp. (Arias, 1992). Esto, por otra parte, ha conllevado a que la tecnología sea difundida, adoptada y adaptada a las condiciones específicas de cada sitio. Como cita Buckles (1993), los campesinos han brindado variantes interesantes en el cultivo de las leguminosas de cobertura, demostrando que probablemente lo más adecuado sería considerar esta tecnología como flexible, que puede usarse de diversas maneras, como un sistema de cultivo adaptable a diferentes situaciones. Con ello, se estaría en capacidad de responder a los problemas que naturalmente se presentan en su adopción.

La experiencia campesina con la utilización de los abonos verdes ha conducido a que los investigadores experimenten con las leguminosas, tratando de buscar además otras especies promisorias. Actualmente, en diversas instituciones que realizan investigación en las regiones tropicales, se está evaluando la utilización de algunas especies de esta familia de plantas, con resultados interesantes.

Lathwell (1990), menciona que hay un vasto grupo de leguminosas con potencial para ser usadas con este propósito. En varios experimentos, llevados a cabo en el Centro de Pesquisa Agropecuaria do Cerrado (CPAC), en Planaltina, Brasil, se evaluaron las siguientes para determinar su aporte de nitrógeno a cultivos sucesivos de maíz: *Mucuna aterrima*, *Crotalaria striata*, *Zornia latifolia*, *Canavalia brasiliensis*, *Canavalia ensiformis*, *Calopogonium mucunoides*, *Cajanus cajan* y *Pueraria phaseoloides*.

Es interesante destacar que el rango de acumulación de materia orgánica fue de 2.5 t/ha para *Zornia*, hasta más de 13 t/ha para *Crotalaria*. Asimismo, el N acumulado en la biomasa aérea, en un lapso de entre pocas semanas y meses (según los diferentes experimentos), varió de 58 a 306 kg/ha, este último

correspondiendo a *Crotalaria*. No obstante, según los resultados de uno de los experimentos, aunque *Crotalaria* produjo más materia seca, su contenido de N varió muy ligeramente del obtenido para *Canavalia ensiformis* y *Mucuna*, además de que el rendimiento de grano fue ligeramente superior para los tratamientos con estas últimas: 6.1 y 6.3 t/ha, respectivamente, contra 5.8 t/ha para *Crotalaria*. Lo que se concluye de estos estudios es que, cuando hay condiciones favorables para el crecimiento del maíz, hay una rápida mineralización del N fijado, y entonces se presentan rendimientos altos del cereal (de hasta 7 t/ha (Lathwell, 1990), equiparables a los obtenidos con la aplicación con 200 kg de urea, lo que indica que los abonos verdes pueden ser tan eficientes como los fertilizantes inorgánicos, como fuentes de N rápidamente disponible. Además, este tipo de coberturas pueden reducir la erosión, controlar malezas, mejorar las condiciones físicas del suelo, promover la formación de micorrizas y controlar nemátodos (Lathewell, 1990).

Lobo *et al.* (1992), reportan otros estudios realizados en la misma región de Planaltina, Brasil, destacando la importancia de determinar la sobrevivencia de la leguminosa de cobertura en la etapa seca del año (de octubre a abril cae el 95% de los 1500 mm que se presentan durante el año). Uno de los objetivos de este estudio fue hacer la evaluación general de 52 leguminosas de diversas fuentes en cuanto a su sobrevivencia y producción de biomasa, en dos diferentes tipos de latosoles (Lobo *et al.*, 1992). Los autores encontraron que sobrevivieron 37 de dichas especies. Los valores de biomasa encontrados para ellas estuvieron en un rango de 600 a 5500 kg/ha, valor este último que correspondió a *Canavalia brasiliensis*.

En el estudio anterior se destaca la necesidad de realizar evaluaciones en diferentes condiciones, puesto que tal acumulación puede variar dependiendo del tipo de suelo. Asimismo, resalta el hecho de que *Mucuna* y *Canavalia* ejercieron una cobertura en forma más rápida que las otras especies. Se observó que la primera fue perdiendo sus hojas a medida que la estación seca avanzaba, pero se recuperó rápidamente al arrancar la época lluviosa. De tal suerte, cuando se realizó la

incorporación de las leguminosas para sembrar maíz, había una buena cantidad de las mismas (Lobo *et al.*, 1992).

En el CATIE, en Turrialba, Costa Rica, en los últimos años se ha venido estudiando la utilización de coberturas vivas de leguminosas en cultivos perennes de importancia económica, como café (*Coffea* spp.), plátano (*Musa* spp.), pejibaye (*Bactris gassipaes*), cacao (*Theobroma cacao*). En otros países, de Africa principalmente, se ha tenido éxito con la utilización de *Pueraria phaseoloides*, *Centrosema pubescens*, *Psophocarpus palustris* y *Stylosanthes guianensis* como cultivos de cobertura en plantaciones comerciales de sisal (*Agave* sp.) y palmeras (*Cocus* sp.) (Akobundu, 1982, citado por Domínguez y De la Cruz, 1990).

En el cultivo de cacao y pejibaye en el CATIE, Domínguez (1990) utilizó las siguientes especies como cobertura: *Centrosema pubescens*, *C. acutifolium*, *C. macrocarpum*, *Desmodium ovalifolium*, *Stizolobium deeringianum*, *Pueraria phaseoloides*, *P. montana* var. *chinensis* y *Arachis pintoii*.

Los resultados del experimento con cacao, demostraron que *P. montana* y *S. deeringianum* fueron las especies que alcanzaron una mayor cobertura en el tiempo. Las otras especies no lograron mayores coberturas, e incluso sufrieron daños causados por insectos, principalmente hormigas. Además, pudieron ser afectadas por la sombra generada por los árboles acompañantes del cacao.

El autor encontró que un buen crecimiento y desarrollo de la cobertura en los diferentes tratamientos afectó el desarrollo de las malezas. A fin de cuentas, *P. montana*, *S. deeringianum* y *A. pintoii* fueron las especies mejor adaptadas a las condiciones del experimento, logrando un control muy eficiente de las arvenses. No obstante, *A. pintoii*, genera problemas en el establecimiento del pejibaye, ya que se observó que las plantas de este cultivo presentaban un amarillamiento marcado. En un trabajo similar, Domínguez y De la Cruz (1990), establecen que este efecto es

debido a la competencia por nutrientes de la cobertura en los inicios del establecimiento del cultivo.

En otro experimento, pero esta vez en café, se evaluaron las siguientes especies como cobertura: *Arachis pintoi*, *Desmodium ovalifolium* y *Zebrina* spp. El cultivo de café tenía una edad de 6 meses de trasplantado y se utilizó como especie de sombra *Erythrina poeppigiana* (Vallejos *et al.*, 1993).

La especie que fue dominante a través del tiempo fue *D. ovalifolium*, aunque su desarrollo inicial fue lento. A los 90 días *A. pintoi* y *D. ovalifolium* crecieron rápidamente, dejando en un nivel inferior a *Zebrina* spp. *D. ovalifolium*, por otro lado, presenta el mayor nivel de ganancia de materia seca: en tres evaluaciones realizadas después de la siembra, presentó los promedios más altos de biomasa (Vallejos *et al.*, 1993). En este trabajo no se dan reportes sobre el control de malezas, pero puede inferirse que *D. ovalifolium* tiene buena capacidad para ello, dado su mayor índice de cobertura y de biomasa. *A. pintoi*, a pesar de su crecimiento inicial lento, es una cobertura promisoría, debido a su baja altura y a su crecimiento horizontal profuso.

En otro estudio reciente realizado en el CATIE (Sánchez, 1993), se determinó el comportamiento de diferentes leguminosas como cobertura, en el establecimiento del cultivo de plátano (*Musa*, AAB, cultivar Curraré). Las leguminosas estudiadas fueron nueve: *Vigna unguiculata*, *Desmodium ovalifolium*, *Centrosema pubescens*, *C. macrocarpum*, *Canavalia ensiformis*, *Mucuna pruriens*, *Arachis pintoi*, *Neonotonia wightii*, *Pueraria phaseoloides*. Todas fueron evaluadas en cuanto a su factibilidad de desarrollo como coberturas para el control de malezas. Se determinaron diferentes aspectos, como la altura de la planta, el número y longitud de guías, el porcentaje de cobertura, tanto de las leguminosas como de las malezas en diferentes tiempos después de la siembra. La biomasa de las coberturas y de las malezas también se determinó. Los factores edáficos fueron estudiados en relación con el efecto que

tienen las leguminosas utilizadas sobre ellos, en específico sobre el aporte de nutrimentos y la materia orgánica adicionada al suelo (Sánchez, 1993).

Las especies de ciclo anual que manifestaron un mayor porcentaje de cobertura y de control de malezas en la primera medición realizada (100 días después de la siembra) fueron: *V. unguiculata*, *C. ensiformis* y *M. pruriens*, con 80, 90 y 100 %, respectivamente. Las especies perennes que lograron una buena cobertura y control de malezas a los 150 días después de la siembra (dds) fueron: *A. pintoi* y *P. phaseoloides*. *C. macrocarpum*, *D. ovalifolium* y *C. pubescens* ejercieron un buen control de malezas a los 150 dds, pero alcanzaron su máxima cobertura entre los 200 y 250 dds (Sánchez, 1993).

El autor sugiere que los datos apoyan la buena competencia ejercida por las coberturas, principalmente sobre el grupo de las malezas dicotiledóneas. Además, dado que no se observaron diferencias en los patrones edáficos estudiados (no hubo cambios en la fertilidad), concluyen que esto se debió a que las leguminosas sostuvieron los niveles de nutrimentos, especialmente el nitrógeno (Sánchez, 1993). No obstante, debe tenerse en cuenta que para observar cambios en la fertilidad se requieren períodos de observación más largos, por lo que la ausencia de diferencias entre las diferentes coberturas no es algo concluyente.

Finalmente, De la Cruz (s.f.) concluye, en base a los resultados de los estudios anteriores, que las coberturas contribuyen al buen desarrollo de las plantas cultivadas, por su aporte a la nutrición de las mismas. Asimismo, estas especies facilitan la conservación del suelo y mejoran la retención de humedad del mismo. Adicionalmente, controlan las malezas y plagas, como los nemátodos. En consecuencia, enfatiza la necesidad de una mayor investigación sobre estas leguminosas, y sugiere su fomento sobre todo en las condiciones de los pequeños agricultores de las zonas tropicales centroamericanas y de México.

1. Utilización de *Mucuna deeringianum* y *Canavalia ensiformis* como cultivos de cobertura

De lo antes expuesto, destaca el hecho de que *M. deeringianum* y *C. ensiformis* son dos de las especies con mayor potencial para ser usadas como cultivos de cobertura. La primera, es una leguminosa anual, de hábito trepador (sus ramas alcanzan longitudes considerables), adaptada al clima cálido-húmedo y de crecimiento rápido. Se sabe además que tiene un alto potencial alelopático. Dependiendo de la fecha de siembra, tiene un ciclo vegetativo de 6 a 10 meses. La producción de material orgánico por hectárea está en un rango de 4 a 5 toneladas. Sus raíces son elongadas y cuentan con abundantes nódulos para la fijación del nitrógeno atmosférico. Su muerte ocurre después de florear y fructificar, dejando el suelo en buenas condiciones para el cultivo (Granados y García, 1992; Piper y Morse, s.f.).

Canavalia ensiformis, por su parte, es una especie que se adapta muy bien a condiciones climáticas contrastantes. Su crecimiento es erecto y rápido, generando altos rendimientos, lo que se ha aprovechado para su utilización como forraje, abono verde y alimento. Se siembra asociada a cultivos como tabaco, caña, cítricos, cacao y piña. La especie posee Canavalina A, proteína tóxica, por lo que debe realizarse un proceso de detoxificación para su utilización por el hombre (Jiménez-Osornio, 1993)

Es interesante anotar que específicamente la primera, (conocida comúnmente como nescafé o pica-pica mansa), es ampliamente reportada como especie asociada a los cultivos, y es conocida también como: *Mucuna*

deerengiana, *Stizolobium deerengianum*, *M. pruriens* var. *utilis*, *M. utilis** , etc. (Calvino, 1952; Escárzaga, 1987; Arévalo y Jiménez-Osornio, 1988; Buckles *et al*, 1992, Buckles, 1993, 1994). Lo anterior indica que la utilización del "nescafé" como cultivo de cobertura no es nueva. De hecho, Buckles (1994), realizó una exhaustiva recopilación de la información referente a su uso, y encontró que es una planta cuya historia se remonta al siglo pasado en los Estados Unidos y Africa.

Esta leguminosa, originaria de la India, China o Malasia (Buckles, 1994), tuvo una distribución amplia en el sur de los Estados Unidos hacia 1870, y fue utilizada como forraje y abono verde. En 1917 su cultivo se extendió hasta las 2,000,000 de has, intercalándola con el maíz en las rotaciones del cereal y el algodón. En la revisión de Buckles (1994), hay diferentes referencias relacionadas con su capacidad para mejorar el suelo.

No obstante, su utilización decayó hacia las dos siguientes décadas, no registrándose su uso a mediados de los años 60, principalmente porque el precio de los fertilizantes se redujo considerablemente, además de que estos representaron una fuente de nitrógeno rápidamente disponible (Lathwell, 1990). Además, otra leguminosa, la soya, acaparó la atención, porque era un cultivo que alcanzaba un mayor valor al ser comercializado como grano (Buckles, 1994). En otras regiones del mundo, esta leguminosa era empleada como hortaliza, desde los siglos XVIII y XIX, como es el caso de las colinas bajas de los Himalayas y Mauricio (Buckles, 1994). Como cita este autor: "todo lo viejo vuelve a ser nuevo", y actualmente se está revalorando el uso de este tipo de especies, especialmente porque los agricultores de escasos recursos no tienen acceso a fertilizantes y herbicidas, pero más que nada, por la búsqueda de prácticas productivas más sustentables y menos contaminantes (Escárzaga, 1987).

* Sin embargo, siguiendo la nomenclatura de Buckles (1994), en este trabajo será denominada *Mucuna deeringianum*, añunque en el caso de las investigaciones aquí citadas, se respetará la sinonimia que los autores informen.

En Cuba se ha reportado el uso de *Mucuna* como cobertura contra la erosión, como abono verde y como controlador de malezas (Calvino, 1952; Yost *et al.*, 1985). En Honduras, en diferentes regiones, se usa el frijol terciopelo (*M. deeringianum*) con los mismos objetivos y como una forma de mejorar la producción de maíz, sin la utilización de fertilizantes químicos. Se destaca que el frijol terciopelo ayuda en gran medida al manejo de las malezas, puesto que al reducirse sus poblaciones las labores de limpieza se facilitan. Se concluye que esto garantiza una reducción en el empleo de mano de obra, además de que la leguminosa mejora la estructura del suelo y lo protege de la erosión (Flores, 1989; Buckles, 1993).

Este sistema fue llevado a Honduras por campesinos guatemaltecos desde hace 20 años (Buckles, 1993). En Guatemala; la idea de acelerar y mejorar el descanso arbustivo (barbecho mejorado), llevó a los campesinos a sembrar el frijol de abono (*M. deeringianum*) al voleo, con lo que se redujeron los períodos de descanso de 5 a 2 años, o menos (Buckles, 1993). El autor concluye que, hasta la fecha, las investigaciones sobre las propiedades de esta planta son escasas en comparación con su amplia aceptación por los campesinos de diferentes partes de Centroamérica y México.

En México, *M. deeringianum* se considera una variedad domesticada de *M. pruriens*, que no presenta pubescencias en la vaina (Escárzaga, 1987). Su utilización se da en diferentes estados del sureste del país: Puebla, Veracruz, Tabasco, Oaxaca y Chiapas (Chacón y Gliessman, 1982; Gliessman, 1981). Su uso se da para controlar malezas, pero también para incorporar nitrógeno al suelo. Además, como se mencionó anteriormente, puede acortar la fase de barbecho de la agricultura nómada (barbecho acelerado). Gliessman *et al.* (1981), establecen que esta reducción llega a tal grado, que sólo se deja un lapso de tan sólo 6 meses de descanso entre ciclo y ciclo de cultivo. Su potencial alelopático para controlar las malezas también ha sido mencionado (Gliessman *et al.*, 1981; Escárzaga, 1987; Arévalo y Jiménez-Osornio, 1988).

Aparte de estos informes, en otras comunidades del país se ha citado el uso de esta leguminosa como abono verde, controladora de malezas (principalmente pastos), como forraje (hojas tiernas), como sustituto del café (tostado y molido), o como frijoles tiernos, hervidos y guisados o fritos (Escárzaga, 1987). En diferentes comunidades del Valle de Uxpanapa, Veracruz, México, se da con amplitud la utilización de *Stizolobium deeringianum*, con los fines principales de control de malezas y fertilización del suelo (Arévalo y Jiménez-Osornio, 1988).

En la parte sur del estado de Veracruz, los campesinos nahuas desarrollaron de manera independiente las rotaciones con el nescafé (*M. deeringianum*). En la región se siembran de variadas maneras esta y otras leguminosas, como *Vigna unguiculata*. Se usan como elementos de barbecho mejorado, como cultivos de rotación con el maíz de ciclo seco, y como cultivos intercalados con el maíz de temporada húmeda. Además, la planta tiene valor de uso, ya que es utilizada como sustituto del café (Buckles, 1993).

En Oaxaca, en la costa del Pacífico, se hace un manejo de esta leguminosa en rotación con la siembra de maíz, conocida localmente como de "chahuitera". En este sistema se siembra el maíz en las zonas de vega de ríos, que se mantienen fértiles por la deposición natural de los sedimentos de los ríos hacia sus terrazas. Sin embargo, en ocasiones es necesario dejarlos descansar por la intensificación de las cosechas o reducción en el aporte de sedimentos. A últimas fechas, se ha iniciado la utilización de *S. deeringianum* para recuperar los niveles de fertilidad de los suelos (Narváez y Paredes, 1994).

En el mismo estado de Oaxaca, sólo que ahora en el Valle de Uxpanapa, que colinda con Veracruz, los campesinos chinantecos realizan la rotación maíz-nescafé. La leguminosa se siembra en monocultivo antes del maíz, y antes de que este sea sembrado, la leguminosa se corta y se deja sobre el terreno. La planta cubre a todas

las malezas y favorece un alto rendimiento del cultivo y un uso más continuo del mismo (Arévalo y Jiménez-Osornio, 1988).

En Tamulté de las Sabanas, Tabasco, se presenta la utilización de *Stizolobium* en rotación con el cultivo asociado del maíz y la calabaza (*Cucurbita* sp.), obteniéndose altas producciones de maíz de manera sostenible (González-Chávez *et al.*, 1990). Comparando este sistema con un monocultivo de maíz, se observó que el N y la materia orgánica fueron mayores en el policultivo. El rendimiento de grano fue sustancialmente elevado en el policultivo (2,900 kg/ha) comparado con el monocultivo (menos de 800 kg/ha).

2. Investigaciones experimentales sobre *Mucuna deeringianum* y *Canavalia ensiformis* en Latinoamérica

En un estudio sobre coberturas vivas realizado en el CATIE, para evaluar el efecto del frijol terciopelo (*Mucuna*) sobre las malezas en el cultivo del maíz (Aldunate, 1984), se realizó la intercalación de la gramínea entre las hileras de la leguminosa en dos fechas (a los 45 y 55 días de edad de *Mucuna*), y también se establecieron algunas parcelas con el mantillo generado por la misma planta, matándola con herbicida (paraquat) y otros medios, y sembrando directamente el maíz sobre tal residuo.

Los resultados encontrados por Aldunate (1984), indicaron que el tratamiento con mantillo, utilizando el herbicida para la supresión de la leguminosa, fue el que redujo las poblaciones de malezas de forma marcada, fundamentalmente las gramíneas. Los demás tratamientos, presentaron mayor densidad de malezas, específicamente el de mantillo obtenido por corte manual, y el de siembra previa de *Mucuna* (40 días de edad). En las parcelas donde la cobertura alcanzó su mejor desarrollo se observaron reducciones sustanciales en la altura del maíz, así como en su biomasa vegetativa y rendimiento de grano (Aldunate, 1984). Ello indica que el

manejo de la leguminosa debe realizarse de manera cuidadosa, requiriendo de hecho de podas de liberación.

En diferentes localidades de la región centroamericana, el Programa Regional de Maíz para Centro América y el Caribe (PRM) ha realizado estudios para evaluar la respuesta del maíz al asocio con *Canavalia* y *Mucuna*, en diferentes tiempos y densidades o arreglos. Además, se ha analizado la rentabilidad o factibilidad económica de la intercalación de estas leguminosas con el cereal.

Los resultados de tales estudios indicaron que la siembra simultánea de *Canavalia* con el maíz redujo la producción de este en 0.25 t/ha, en relación al monocultivo, mientras que en las siembras tardías (30 y 60 dds) no se presentó este efecto (López *et al.*, 1993). Los autores sugieren la factibilidad de aumentar la densidad del maíz y asociar *Canavalia* de modo tardío para incrementar los rendimientos.

De manera similar, el asocio simultáneo de *Canavalia* con maíz en Azuero, Panamá, demostró afectar en mayor medida el rendimiento del grano, en comparación con el monocultivo de maíz (Gordón *et al.*, 1993). Mientras más tardía fue la intercalación, menor fue la reducción en el rendimiento. En el monocultivo se obtuvieron 3.97 t/ha, mientras que las reducciones en los asociados en cada surco, a los 0, 15 y 30 dds fueron: 0.54, 0.16 y 0.03 t/ha, respectivamente, y de 0.18 t/ha, en el asocio simultáneo en surcos alternos (Gordón *et al.*, 1993). Es interesante destacar que, de manera inversa a lo anterior, la mayor producción de biomasa de la leguminosa se dió en el asocio temprano, disminuyendo conforme la intercalación en el mismo surco se hizo más tardía: 3.45, 2.52 y 1.01 t/ha, a los 0, 15 y 30 dds, respectivamente. La intercalación simultánea de la leguminosa y el cereal en surcos alternos, produjo 2.08 t/ha de biomasa de *Canavalia*. Así, los autores sugieren el asocio simultáneo en surcos alternos, pues mencionan que la reducción de rendimiento en comparación con el monocultivo no es alta (0.18 t/ha), obteniendo

como ventaja una buena producción de biomasa de la leguminosa (Gordón *et al.*, 1993).

López *et al.* (1993), hicieron una evaluación como la anterior, sólo que ahora con *Mucuna*, encontrando resultados similares: mientras más tardía era la interacción de las dos especies, el rendimiento de maíz se vió menos afectado. Destaca el hecho de que igualmente recomiendan el asocio simultáneo de las dos especies, pues aunque redujó el rendimiento en 0.15 t/ha, produjo 2.5 t/ha de biomasa de *Mucuna*, lo que contribuyó al control de malezas y aportó material orgánico al terreno.

En cuanto a la factibilidad económica, varios trabajos del PRM enfatizan la mayor rentabilidad del uso de leguminosas de cobertura viva, específicamente *Mucuna* y *Canavalia*, en El Salvador, Guatemala y Honduras (Saín *et al.*, 1993; Choto *et al.*, 1993; Valladares y Saín, 1993. Saín *et al.* (1993), indican que si se toma en cuenta el retorno al capital invertido, el sistema de intercalación se vuelve más rentable a partir del cuarto año; es decir, la rentabilidad durante los 3 primeros años es mayor en el sistema tradicional. Si, por el contrario, se toma en cuenta el retorno de la mano de obra familiar, el sistema es rentable a partir del segundo año. Aunque Choto *et al.* (1993), encontraron que los efectos residuales benéficos sobre el rendimiento del grano no compensaron los costos iniciales, reconocen que no se tomaron en cuenta los beneficios a largo plazo (un período de evaluación mayor), lo que apoyaría los resultados de los otros autores.

Valladares *et al.* (1993), en Guatemala, reportaron que, dependiendo de la localidad, los beneficios netos compensaron más o menos los costos iniciales de la intercalación. Esto se debió, principalmente, a que en ciertas localidades los rendimientos muy altos, tornaron rentable la asociación con *Canavalia*. Esto indica, sin lugar a dudas, la necesidad de la realización de evaluaciones económicas y financieras (y agronómicas) en las diferentes condiciones en que se practica la

asociación maíz-leguminosas; necesidad que se hace evidente bajo las circunstancias prevalecientes en el Estado de Yucatán, México.

3. Estudios experimentales con leguminosas de cobertura viva en México

En el estado de Tabasco, México, Gliessman (1981) realizó un experimento utilizando *Stizolobium deeringianum* y *Canavalia ensiformis* en rotación con maíz. Encontró que ambas especies fueron eficientes en reducir el número y la biomasa de las malezas. Enfatiza el autor, que *Stizolobium* ha sido utilizado en Tabasco durante mucho tiempo por los campesinos, con lo que han reducido el tiempo de barbecho de una manera drástica (6 meses entre ciclos de cultivo), manteniendo además altas producciones de maíz (promedio de 3 ton/ha).

En relación con lo anterior, el potencial alelopático de *Stizolobium pruriens* var. *utilis* fue evaluado, en un estudio bajo condiciones de invernadero, por Escárzaga (1987). Ella demostró que esta leguminosa tropical presenta substancias en las hojas y raíces (en estado seco), que afectan la germinación de diferentes especies, cultivadas y malezas, aunque no especifica la naturaleza química de tales compuestos. Estas especies son afectadas de manera diferencial, aunque existe una tendencia de similitud entre especies de la misma familia. Se determinó que las hojas presentan la mayor cantidad de alelopáticos que las raíces, y sus efectos dependen de la concentración. Asimismo, se determinó que el efecto alelopático de esta leguminosa es mayor sobre dicotiledóneas cuando está en floración; cuando está en fructificación afecta más a las monocotiledóneas (Escárzaga, 1987).

La Universidad Autónoma de Chiapas (UACH), también ha realizado evaluaciones sobre la adaptabilidad de las leguminosas de cobertura, especialmente de *Stizolobium deeringianum* y *Canavalia ensiformis*, así como *Leucaena leucocephala* y *Gliricidia sepium*, en cultivo en callejones (Quiroga y Alonso, 1993). *Canavalia* alcanzó altos valores de peso seco 10 t/ha. Lo más importante fue que no

se aplicaron insumos externos en forma de plaguicidas o fertilizantes, por lo que su establecimiento, en este sentido, fue de bajo costo, aportando además materia orgánica y nitrógeno (Quiroga y Alonso, 1993).

Stizolobium no resultó competitiva con las malezas en el primer año, hecho atribuido a la escasa presencia de bacterias nitrificantes. Al segundo año, su vigor competitivo aumentó, cubriendo a las malezas en un período de 30-40 días (se postuló que la siembra continua estimula la simbiosis para la fijación de nitrógeno), lo que reduciría la formación de semillas de las arvenses, disminuyendo su infestación en ciclos posteriores (Quiroga y Alonso, 1993).

Otros estudios realizados en la UACH, se enfocaron a evaluar el control de arvenses en la asociación maíz-nescafé, en un experimento en ladera. El testigo fue la asociación tradicional maíz-calabaza (*Cucurbita* sp.). Se observó que las asociaciones de calabaza y *Stizolobium* con maíz no fueron diferentes en cuanto a incidencia de malezas durante el primer ciclo de cultivo, ni tampoco se comportaron de modo distinto en cuanto al reparto de biomasa (biomasa relativa) para el maíz, el cultivo asociado y las malezas (Quiroga y Alonso, 1993). La producción de maíz con la leguminosa asociada fue 3.75 t/ha y en la asociación con la calabaza fue de 3.34 t/ha, no siendo esta diferencia estadísticamente significativa. Sin embargo, los autores acotan que por los gastos de fertilizante para el asocio tradicional, quizá lo más rentable fuese la utilización del frijol terciopelo.

En el Estado de Yucatán, existen pocos trabajos sobre la utilización de leguminosas de cobertura; los que hay enfatizan las características agronómicas para la producción de forraje (Lara *et al.*, 1994). No obstante, tales datos son de suma importancia para determinar el potencial de estas especies para su uso con otras finalidades, como el control de malezas y el aporte de nitrógeno al cultivo de maíz.

De acuerdo con lo anterior, Lara *et al.* (1994), señalan que la cobertura alcanzada por diferentes especies de leguminosas estudiadas fue alta y abundante para S.

deeringianum y *C. ensiformis*, respectivamente, teniendo ambas un establecimiento rápido. La materia seca producida fue mayor en *C. ensiformis* (9.2 t/ha/año), considerando 4 cortes para forraje. *S. deeringianum* presentó 4 t/ha/año, considerando 3 cortes.

Uno de los pocos informes sobre la utilización de leguminosas de cobertura en comunidades yucatecas es presentado por Neugebauer (1993). El autor menciona que mediante el programa Agricultura Ecológica de la asociación civil "Arboles para el Pueblo", se establecieron metodologías para mejorar la situación de la milpa en Mama, Yucatán, contándose entre ellas la utilización de abonos verdes. Los resultados fueron el aumento de la productividad de 0.8 a 3.9 t/ha (el primer dato coincide con lo reportado a nivel estatal) y la reducción de costos por kg de maíz obtenido. Estos costos, según el autor, disminuirán en el segundo año de cultivo, por la menor cantidad de mano de obra necesaria, mayor en el primero por las labores de roza, tumba y quema.

Lo más destacable, es que se extendieron trabajos de este tipo a otras comunidades, en las cuales los campesinos experimentaron sus propias mejoras al sistema, enfocadas a evitar que la leguminosa (*Stizolobium deeringianum*), sofocara al cultivo, y a controlar las malezas, reduciendo, en consecuencia, las cargas de trabajo (Neugebauer, 1993), aspecto, este último, en que otros autores coinciden (Buckles, *et al.*, 1992).

Uno de los aspectos más importantes de esta investigación participativa, fue el reconocimiento de que si *Stizolobium* se siembra 20 dds del maíz no alcanza a aportar suficiente materia orgánica, además de que su control sobre las malezas se torna deficiente; si, por el contrario, la siembra es simultánea, cubre al maíz. Los propios agricultores determinaron que con podas frecuentes podía evitarse que sofocara a la gramínea, por lo que decidieron la siembra simultánea con doble poda,

obteniendo más biomasa y mayor control sobre las arvenses, disminuyendo el laboreo en un 75%, y eliminando el uso de herbicidas (Neugebauer, 1993).

Las anteriores observaciones son, sin embargo, de carácter empírico, no contándose con datos de naturaleza experimental que permitan una evaluación más precisa de lo que sucede con las leguminosas de cobertura en Yucatán. Es evidente, entonces, la necesidad de desarrollar trabajos en condiciones controladas para hacer el seguimiento de estas especies en la zona henequenera del estado.

Utilización de coberturas muertas de leguminosas en la región latinoamericana

A nivel mundial, el ICRAF es pionero en la realización de estudios que involucran el mantillo de leguminosas para mejorar las condiciones edáficas y controlar las malezas. La mayor parte de sus investigaciones están relacionadas con la integración de especies arbóreas o arbustivas en los espacios cultivados (sistemas agroforestales) (Kang, 1993; Kass *et al.*, 1993), específicamente el cultivo en callejones con especies como *Gliricidia sepium*, *Leucaena leucocephala*, *Enterolobium cyclocarpum*, etc. No se hará aquí referencia a los estudios de cultivo en callejones, que son en sí otro tema vasto de investigación, sino simplemente se reportarán los trabajos realizados para evaluar el efecto de la cobertura muerta (ramas y hojas provenientes de la poda) en el sistema de cultivo.

En el CATIE, en Turrialba, Costa Rica, se han realizado diversos estudios relacionados con lo anterior. En uno de tales estudios (Contreras *et al.*, 1989), se evaluó el efecto del mantillo de *Inga densiflora* para el control de malezas y la humedad del suelo en microparcels. Se trabajaron estas microparcels con vegetación natural (áreas en barbecho), y como contraste, con el residuo de la leguminosa. Los resultados obtenidos fueron alentadores, ya que en los tratamientos con dicho residuo, se redujeron las malezas en un 54%. Separando los efectos, las

gramíneas fueron reducidas en un 67%, mientras que las de hoja ancha lo fueron en un 19%. Asimismo, en el período más seco del estudio, se presentó un porcentaje mayor de humedad en las parcelas con el mantillo (10% más).

Contreras *et al.* (1989), indican que harían falta estudios incluyendo la respuesta de un cultivo, como maíz, bajo diferentes tipos de mulch de leguminosas, con distintas tasas de descomposición, y determinar el control sobre las malezas y el mantenimiento de la humedad (Contreras *et al.*, 1989). De hecho, se reporta el inicio de un experimento bajo estas condiciones, en el que se incluyen las especies: *Inga densiflora*, *Erythrina poeppigiana*, *E. fusca* y *Gliricidia sepium*, en el cultivo de frijol (Chavarría, s.f.).

Los trabajos con material podado de árboles en sistemas agroforestales, se iniciaron en el CATIE desde 1982 (Kass *et al.*, 1989). El material utilizado (hojas verdes y ramas jóvenes de leguminosas), fue dispersado sobre el terreno de cultivo, fundamentalmente como un aportador de elementos nutritivos, principalmente nitrógeno. Sin embargo, como quedó claro en el párrafo anterior, estos residuos ejercieron un importante control de malezas y favorecieron la retención de humedad en el campo. De hecho, desde 1987 se enfocó el interés de investigación hacia este aspecto en sistemas de producción de anuales, como maíz y frijol (De la Cruz, s.f.).

Se realizaron experimentos con coberturas muertas (mantillo) de leguminosas, estudiando principalmente *Gliricidia sepium*, *Erythrina poeppigiana*, *E. fusca*, *Inga densiflora*. Los resultados, surgidos de diferentes investigaciones con estas especies han indicado aspectos importantes, entre los que destaca el control de dos malezas particularmente importantes: *Bidens pilosa* y *Melampodium perfoliatum*, específicamente por posibles efectos alelopáticos del follaje tierno de *G. sepium* (Obando, 1987), aunque *Erythrina* ofrece una cobertura de mayor duración. El control sobre las malezas fue más eficiente cuando el material utilizado provino de los árboles de los callejones, y no de fuentes lejanas.

En otro estudio, Rippin (1991), citado por De la Cruz, s.f., obtuvo los mismos resultados en cultivos de maíz en callejones en cuanto a la reducción de malezas con la aplicación de mantillo de *E. poeppigiana* y *G. sepium*. Hay que enfatizar, sin embargo, que al igual que en el caso anterior, el uso de material proveniente directamente de los callejones contribuyó a una mayor eficacia en el control de las malezas, comparado con el recolectado de localidades distantes. Lo mismo es informado por Kass y Araya (1977), en el cultivo de maíz y frijol en callejones.

1. Informes sobre la utilización de *Leucaena leucocephala* y *Lysiloma latisiliquum* como coberturas muertas

El uso de *Leucaena*, junto con otras leguminosas, en cultivo en callejones está ampliamente reportado (Kang, 1993). Se ha evaluado su utilización como especie de uso múltiple en diferentes zonas agroecológicas, aunque se le conoce más como forraje para animales (en dosis adecuadas junto con otras especies, genera buenas ganancias de peso diarias, especialmente en rumiantes, que tienen la capacidad para descomponer el aminoácido tóxico, mimosina, que posee (National Academy of Sciences, 1979; Petit, 1994).

En Nigeria, en regiones húmedas y subhúmedas, ha demostrado ser, junto con *Gliciridia sepium*, una buena especie para el cultivo en callejones (Kang, 1993). Se menciona que es de fácil establecimiento, tolerante a podas continuas, fijadora de nitrógeno atmosférico, así como productora de grandes cantidades de biomasa y nutrimentos (Gutteridge y Shelton, 1993). Es precisamente el potencial para producir grandes cantidades de biomasa en las podas, lo importante para este trabajo, dado que puede ser añadido como mantillo al terreno, favoreciendo sus propiedades físicas y químicas (Kang, 1993).

En lo que respecta al control de malezas, es evidente que aparte del mantillo generado por las podas, un factor importante es la sombra generada por los propios

árboles. Kang (1993) menciona que en un experimento con 6 años continuos de cultivo en callejones con *G. sepium* y *L. leucocephala*, se redujo la infestación de *Imperata sp.*, en comparación con el testigo.

En otros informes, se menciona que *L. leucocephala* es la leguminosa tropical que mayor variedad de usos presenta, desde el ampliamente conocido forraje, hasta la utilización como leña, madera, fertilizante, etc. ; sin embargo, se han desaprovechado en gran medida todas las posibilidades que ofrece (Petit, 1994). De hecho, su contenido de mimosina, ha conducido a que sea vista con recelo, sin considerar que existen muchas variedades, algunas de las cuales presentan niveles bajos del aminoácido tóxico, además de que los rumiantes lo pueden degradar a dihidroxipiridona (DPH) (Petit, 1994).

El huaxín, como se le conoce en Yucatán, está ampliamente distribuido en México, especialmente en el sureste del país, y se ha difundido desde allí hacia América Central a través de Guatemala, El Salvador y Honduras (Petit, 1994). En Yucatán mismo, es una de las especies dominantes de las etapas sucesionales tempranas de la selva baja caducifolia, junto con *Lysiloma latisiliquum**. De hecho, el estado de Yucatán ha sido llamado la tierra de las leguminosas, por la abundancia de especies de esta familia de plantas.

Una de las causas que explica la amplia presencia de *L. leucocephala* en Yucatán, lo constituye el hecho de que presenta una alta tasa de germinación de sus semillas; aún las mayores de un año mantienen tasas de 60-70%. Aunado a lo anterior, el sistema radicular se adapta a suelos de todo tipo, tanto rocosos como mejor estructurados, lo que permite su establecimiento y desarrollo (Petit, 1994).

Lo antes expuesto, la convierte en una especie idónea para incluirse en sistemas agroforestales. Sin embargo, en nuestro país no existen trabajos que

* Misrahi, A. 1995. Universidad Autónoma de Yucatán, México. Com. pers.

abunden en la utilización de *Leucaena* y *Lysiloma* como mulch para el control de malezas; las mayores referencias que se hacen, fundamentalmente de la primera, son sobre su utilización como forraje para el ganado.

Sobre *Lysiloma latisiliquum*, de hecho, no existen referencias que ahonden sobre su empleo en esta región. Solamente destaca, como ya se había mencionado, que es junto con *Leucaena* una de las especies con mayor abundancia en la península yucateca, por lo que, como aquélla, se presta para el desarrollo de sistemas agrícolas que integren especies arbóreas o arbustivas. Es de hecho, una especie con potencial para ser utilizada en diversas formas, específicamente como mantillo en el cultivo de maíz.

MATERIALES Y METODOS

Zona de estudio

Este trabajo se realizó en la Estación Experimental de la Universidad Autónoma de Yucatán, ubicada en la ciudad de Mérida, capital del Estado de Yucatán, México (Fig. 1).

La zona donde se encuentra ubicada la Estación es una planicie cárstica, sin elevaciones orográficas, caracterizada por la presencia de amplias ondulaciones por la emersión desigual de los depósitos calizos (Villers *et al.*, 1981). Las características generales de los suelos de la parcela experimental fueron determinadas al inicio del experimento (Manu, 1995). Los suelos son de naturaleza ligeramente básica (pH=7.7). Se caracterizan por ser arcillas o migajones arcillosos, someros, rocosos y pedregosos y con presencia frecuente de calizas, lo que permite altos valores de Ca (11607 ppm). La presencia de materia orgánica es variable (15.91 en promedio), siendo su acumulación mayor en los pequeños espacios de suelo menos pedregoso, denominados kan kab, en maya. Los valores de N, P, K, en el terreno experimental, al inicio del experimento fueron 49.011, 15.045 y 534.32 ppm, respectivamente. Para el sodio y magnesio, los valores fueron de 42.89 y 596.33 ppm, respectivamente.

El clima es cálido subhúmedo, con época seca en invierno y otra corta en verano. La temperatura media anual es de 27.5°C, presentándose la máxima en mayo, de 30.1°C y la mínima en diciembre, con 24.1°C (García, 1973). Las precipitaciones son cercanas a los 900 mm, concentradas de mayo a noviembre. Las condiciones climáticas y edáficas de la Estación no difieren mucho de las de la zona henequenera de Yucatán, con la lógica diferencia de que en ella se cuenta con facilidades para el control de las condiciones experimentales, en específico, la disponibilidad de riego.

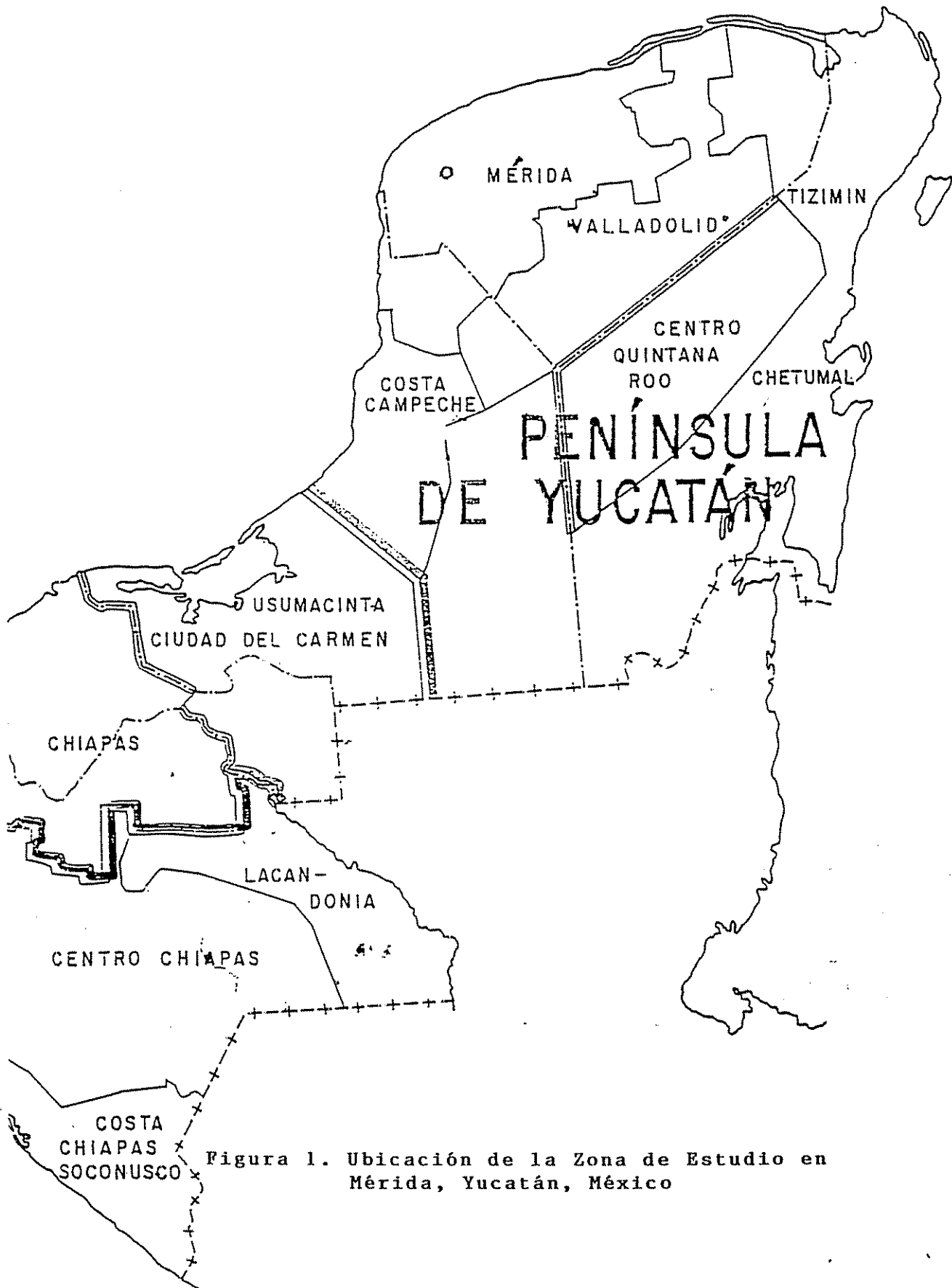


Figura 1. Ubicación de la Zona de Estudio en Mérida, Yucatán, México

Metodología

1. Procedimiento general

El experimento se estableció en un área de 35 x 60 m con disponibilidad de riego por aspersión. Cada tratamiento se ubicó en una parcela de 5 x 10 m. El terreno se preparó de la manera tradicional, es decir, mediante la tumba de la vegetación arbórea, la roza de la vegetación de menor tamaño, y la posterior quema de todo este material, antes de dar inicio a la siembra de las coberturas y a la aplicación del mantillo (mulch) y del herbicida. Debido a que la quema no fue lo suficientemente regular, además de que la presencia de lluvias inesperadas promovió el desarrollo de malezas antes de la siembra, fue necesario aplicar el herbicida paraquat, en dosis de 0.60 kg/ha, para homogenizar la parcela experimental.

2. Tratamientos y Diseño Experimental

En la primera etapa del trabajo (marzo-junio), los tratamientos consistieron en la siembra de coberturas vivas de *Mucuna deeringianum* y *Canavalia ensiformis* (distancia de siembra de 50 x 50 cm, con 2 plantas por postura), colocación de coberturas muertas (mantillo) de *Leucaena leucocephala* y *Lysiloma latisiliquum* (12 t/ha de material verde, aproximadamente 4 t/ha de material seco), aplicación del herbicida paraquat en dosis de 0.60 kg/ha, además de 4 parcelas en barbecho (Cuadro 1).

Se usó un diseño de bloques completos al azar, con 3 repeticiones. Los bloques se orientaron en forma paralela a un camino lateral y a una franja de vegetación secundaria joven en el extremo contrario, en donde predominaba la especie *Neubilsbaugia* sp. (Fig. 2).

Cuadro 1. Codificación de los tratamientos en la 1a. fase experimental.

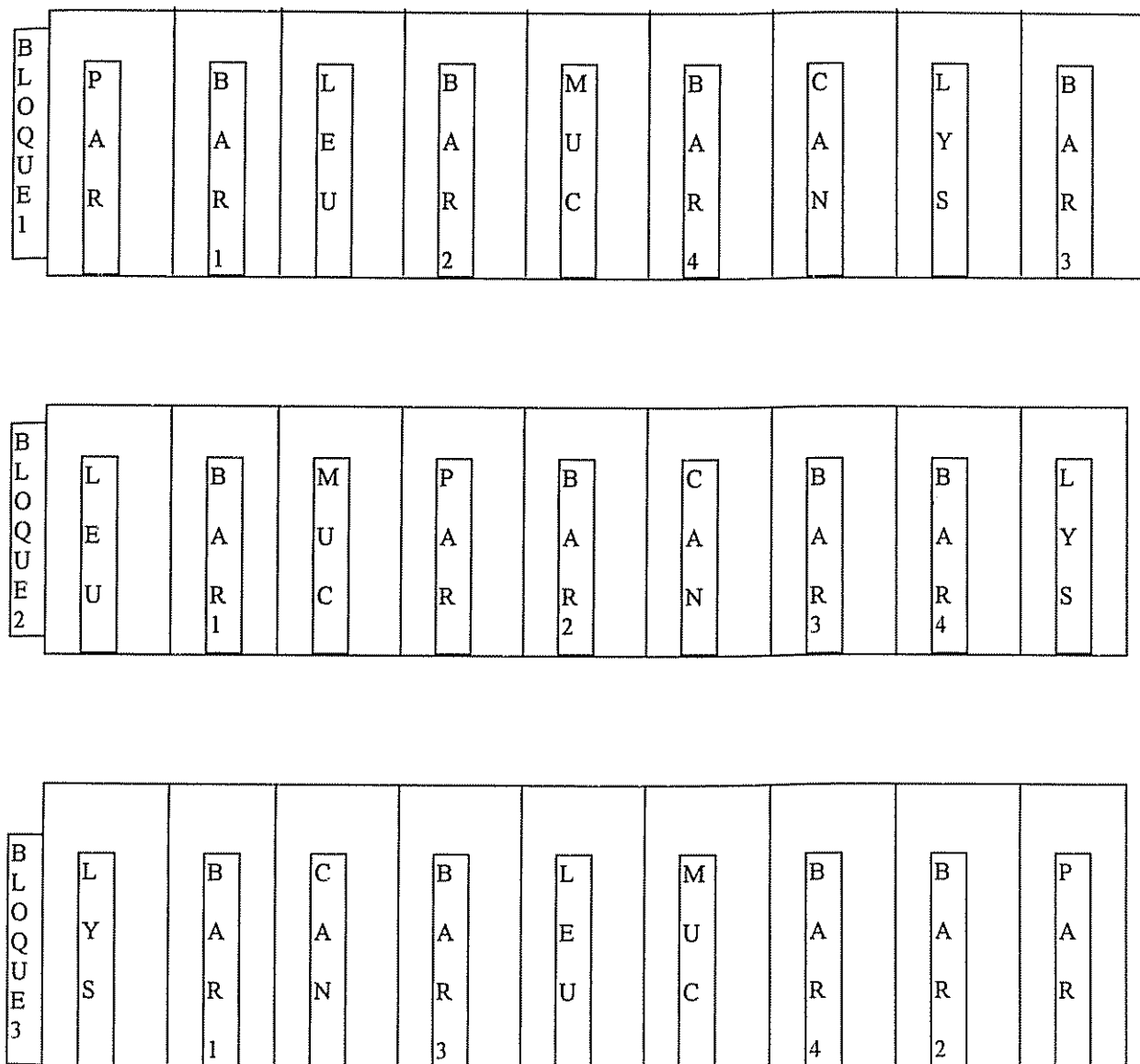
CODIGO	DESCRIPCION
MUC	COBERTURA DE <i>Mucuna deeringianum</i>
CAN	COBERTURA DE <i>Canavalia ensiformis</i>
LEU	MANTILLO DE <i>Leucaena leucocephala</i>
LYS	MANTILLO DE <i>Lysiloma latisiliquum</i>
PAR	APLICACION DE PARAQUAT
BAR1	PRIMERA PARCELA EN BARBECHO
BAR2	SEGUNDA PARCELA EN BARBECHO
BAR3	TERCERA PARCELA EN BARBECHO
BAR4	CUARTA PARCELA EN BARBECHO

Las coberturas vivas fueron sembradas a distancias de 50 x 50 cm. La cantidad de material de coberturas muertas fue de 12 t/ha de material verde. La dosis de paraquat fue de 0.60 kg /ha)

Se brindó riego suplementario y se realizó un deshierbe general para facilitar el establecimiento de las coberturas vivas. En esta primera fase se evaluó el desarrollo de las coberturas, la dinámica de las poblaciones de malezas y el aporte de biomasa de las leguminosas, esto último después de realizar su corte para iniciar la siembra del maíz, con lo que se dió inicio a la segunda etapa del estudio. Es decir, en la primera fecha no se incluyó el cultivo de maíz, lo que permitió evaluar la interacción maleza-leguminosa, en ausencia del cultivo.

En la segunda etapa del estudio (julio-diciembre), cada parcela se dividió en dos subparcelas de 5 x 5 m (tratamientos en parcelas divididas), en donde se realizó lo siguiente: en los tratamientos con cobertura viva de la primera fase, después de que se realizó el desarraigo de esta (corte, incluyendo la raíz), se dejó sobre el terreno en forma de mantillo, y a través de esta capa se sembró el maíz. Posteriormente, transcurridos 15 dds del cultivo, en una de las dos subparcelas (seleccionada al azar), se sembró nuevamente la leguminosa, para tener la comparación entre el efecto residual del mantillo y el efecto residual más la nueva siembra.

CAMINO LATERAL (ESTE)



BANDA DE VEGETACION DOMINADA POR *Neobilsbaugia* sp. (Oeste)

FIGURA 2. Distribución de los tratamientos en la primera fase experimental

De igual modo, en los tratamientos con mantillo, una de las subparcelas fue cubierta de nuevo con una cantidad similar a la que se aplicó en marzo (12 ton/ha de materia verde), mientras que la otra no recibió este nuevo aporte; después de ello se sembró el maíz. Asimismo, en el caso de la parcela que recibió originalmente

paraquat, sólo una de las dos mitades recibió otra aplicación del herbicida, a los 15 dds del cultivo (0.60 kg/ha).

Las cuatro parcelas por bloque que permanecieron en barbecho en la primera fase, también fueron divididas en dos partes, estableciéndose los siguientes tratamientos. En una de ellas, una de las mitades fue sembrada con *C. ensiformis* y la otra con *M. deeringianum*, a los 15 dds del maíz. Otra de las parcelas recibió mantillo de *L. leucocephala* en una división, mientras que en la otra el mantillo fue de *L. latisiliquum*, sembrando enseguida el cereal. La tercera parcela originalmente en barbecho, fue deshierbada manualmente en una de las dos divisiones, mientras que la otra fue asperjada con paraquat, en la dosis citada, ambos tratamientos a los 15 dds del cultivo (es decir, esta parcela incluyó los testigos del productor: deshierbe manual y químico). Por último, la cuarta parcela que permaneció en descanso en la primera fase, incluyó en una de sus dos partes la siembra de maíz, pero sin deshierbe (testigo absoluto), mientras que la otra incluyó solamente vegetación natural (no fue sembrada con el grano).

Estas cuatro parcelas complementarias representaron la asociación del maíz con leguminosas de cobertura viva y muerta, sin efectos de material residual de las mismas especies, así como los sistemas manejados por los agricultores, uno de ellos difundido más recientemente: el control químico.

En esta segunda etapa experimental, se sembró el maíz a una distancia de 1m entre plantas y 1.20 entre surcos, como se acostumbra en la región, quedando entonces en cada parcela grande 5 x 11 posturas de la gramínea (resultando después del raleo, dos plantas por postura). En el caso de los tratamientos de siembra por primera vez y resiembra de las leguminosas, estas fueron intercaladas entre las hileras de maíz, a una distancia entre ellas de 50 cm, con dos plantas por postura.

Los tratamientos quedaron como a continuación se detalla. Su codificación se presenta en el Cuadro 2 y su distribución en la parcela, en la Figura 3.

A) Coberturas vivas

Con *Mucuna deeringianum*:

Maíz + residuo de *M. deeringianum*

Maíz + residuo de *M. deeringianum* + nueva siembra

Maíz + primera siembra de *M. deeringianum*

Con *Canavalia ensiformis*:

Maíz + residuo de *C. ensiformis*

Maíz + residuo de *C. ensiformis* + nueva siembra

Maíz + primera siembra de *C. ensiformis*

B) Coberturas muertas (mantillo)

Con *Leucaena leucocephala*:

Maíz + residuo de mulch de *L. leucocephala*

Maíz + residuo de mulch + nueva aplicación de *L. leucocephala*

Maíz + primera aplicación de mulch de *L. leucocephala*

Con *Lysiloma latisiliquum*:

Maíz + residuo de mulch de *L. latisiliquum*

Maíz + residuo de mulch + nueva aplicación de *L. latisiliquum*

Maíz + primera aplicación de mulch de *L. latisiliquum*

C) Testigos

Con Paraquat:

Maíz + residuo de paraquat

Maíz + residuo de herbicida + nueva aplicación de paraquat (600 g

Maíz + primera aplicación de paraquat

Deshierbe manual y no deshierbe

Maíz con deshierbe manual

Maíz sin deshierbe

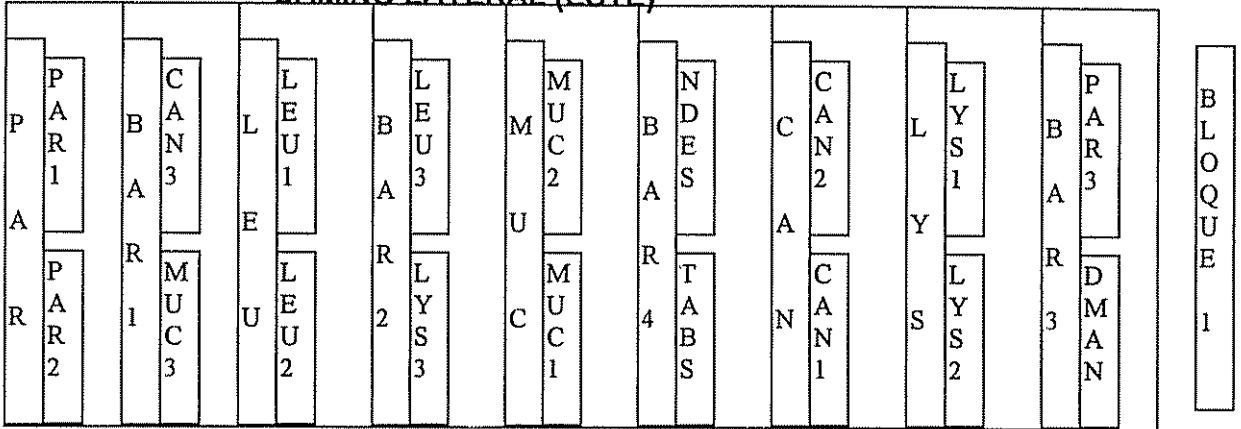
Parcela sin maíz, sin deshierbe

Cuadro 2. Codificación de los tratamientos en la segunda fase experimental.

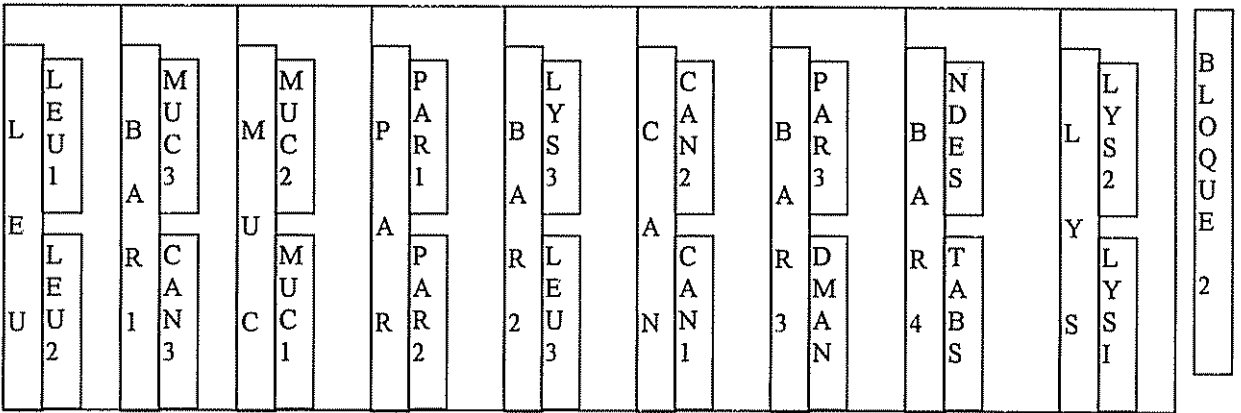
CODIGO	DESCRIPCION *
MUC1	RESIDUO <i>Mucuna</i>
MUC2	RESIDUO <i>Mucuna</i> + NUEVA SIEMBRA DE LEGUMINOSA
MUC3	<i>Mucuna</i> SIN RESIDUO DE LEGUMINOSA
CAN1	RESIDUO <i>Canavalia</i>
CAN2	RESIDUO <i>Canavalia</i> + NUEVA SIEMBRA DE LEGUMINOSA
CAN3	<i>Canavalia</i> SIN RESIDUO DE LEGUMINOSA
LEU1	RESIDUO <i>Leucaena</i>
LEU2	RESIDUO <i>Leucaena</i> + NUEVA APLICACION DE MANTILLO
LEU3	<i>Leucaena</i> SIN RESIDUO DE LEGUMINOSA
LYS1	RESIDUO <i>Lysiloma</i>
LYS2	RESIDUO <i>Lysiloma</i> + NUEVA APLICACION DE MANTILLO
LYS3	<i>Lysiloma</i> SIN RESIDUO DE LEGUMINOSA
PAR1	RESIDUO PARAQUAT
PAR2	RESIDUO PARAQUAT + NUEVA APLICACION DE HERBICIDA
PAR3	PARAQUAT SIN RESIDUO DE HERBICIDA
DMAN	DESHIERBE MANUAL
NDES	MAIZ SIN DESHIERBE
TABS	PARCELA SIN MAIZ Y SIN DESHIERBE

* Todas las parcelas incluyeron la siembra de maíz, con excepción de TABS. Más detalles en el texto.

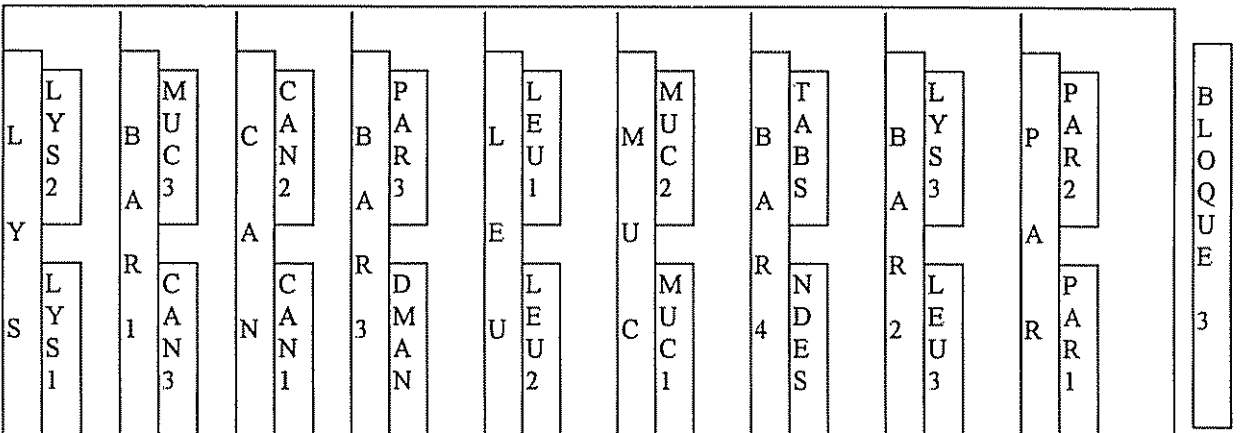
CAMINO LATERAL (ESTE)



BLOQUE 1



BLOQUE 2



BLOQUE 3

BANDA DE VEGETACION DOMINADA POR *Neubilsbaugia* sp. (OESTE)

FIGURA 3. Distribución de los tratamientos en la 2a. fase experimental. El texto de la izquierda dentro de cada parcela corresponde al manejo de la 1a. etapa.

Variables de respuesta

1. Malezas: banco de semillas, biomasa, cobertura

a) Banco de semillas. Al inicio del experimento, se tomaron muestras de suelo en cada subparcela, para determinar las especies de malezas presentes en el banco de semillas. Cada muestra consistió de 5 submuestras, tomadas en forma de W en cada sitio. De esta muestra combinada, se colocaron 450 g en recipientes de plástico, debidamente rotulados y con perforaciones para permitir el drenaje, y se mantuvieron en "casa de mallas". Este mismo estudio se hizo al final del experimento (al finalizar la cosecha de maíz).

b) Biomasa de malezas. En la primera etapa, se tomaron las muestras a los 60 y 90 días después de la siembra de las coberturas. En la segunda etapa, se tomaron muestras a los 20 y 60 días después de la siembra del maíz. Los muestreos se hicieron utilizando un cuadro de 0.5 x 0.5 m, realizando 5 evaluaciones distribuidas al azar en cada subparcela, de acuerdo con coordenadas aleatorias. Se cosecharon las plantas presentes en cada cuadro, incluyendo la raíz, y se separaron por especies. Posteriormente, las diferentes especies fueron colocadas en bolsas de papel, procediendo a su secado durante 72 horas a 70°C, en una secadora convencional de focos.

c) Porcentaje de cobertura de malezas. Se realizó esta evaluación con la misma periodicidad del inciso b (para ambas etapas). Adicionalmente, se midió la cobertura a los 45 dds del maíz. La estimación de la superficie cubierta por las poblaciones de arvenses se hizo de manera visual, utilizando los mismos cuadros antes descritos para la obtención de la biomasa.

2. Leguminosas de Cobertura: *M. deeringianum* y *C. ensiformis*

a) Cobertura de *Mucuna deeringianum* y *Canavalia ensiformis*. Para ambas especies de cobertura viva, se realizaron las evaluaciones a los 30, 60, 90 dds para la primera etapa. Para la segunda, se siguió la misma periodicidad.

La cobertura de las leguminosas fue medida mediante un marco de 1 m² subdividido en cuadros de 10 x 10 cm. Se registró el número de cuadros "llenos" con la leguminosa, al colocar el marco sobre las plantas. Esto se hizo en toda la parcela útil de 3 x 3 m, registrando los porcentajes de cobertura por m² (9 m² medidos, en total).

b) Altura de *C. ensiformis*. Se evaluó esta variable a los 30, 60, 90 dds en ambas fases. Para la primera etapa, se eligieron de manera aleatoria 10 plantas de cada subparcela, midiendo la altura de la planta más alta de la postura elegida. Para la segunda etapa, se realizó la evaluación en todas las plantas de la parcela útil (dos hileras centrales).

c) Biomasa de *M. deeringianum* y *C. ensiformis*. Al finalizar cada etapa, se cosecharon todas las plantas presentes en la parcela útil (por m²), incluyendo la raíz. Se contaron y pesaron en fresco. Se tomó una muestra al azar para determinar su peso seco y extrapolar al peso fresco obtenido en la parcela. Al concluir las evaluaciones en campo, el material se depositó sobre su correspondiente subparcela, a manera de mantillo.

Rendimiento y biomasa no comestible de maíz

Se determinó el rendimiento de grano de maíz y la biomasa aérea no comestible, separando esta en: hojas, tallo, raíz, hojas de mazorca y "joloch" (mazorca sin grano), determinados en la parcela útil. Previo a la cosecha, las plantas se

presecaron en pie mediante el doblado; se cosecharon incluyendo la raíz, y fueron secadas durante 3 días al sol. Posteriormente, se separaron todos los componentes de la planta y se pesaron.

Análisis estadístico para las diferentes variables

Para las diferentes variables y fechas de muestreo, se realizaron diferentes análisis de varianza. En primer lugar, para los datos de biomasa y cobertura de malezas de la primera fase, se utilizó el modelo de bloques al azar. Ambas variables fueron transformadas, la primera por medio del log, para homogenizar la varianza, y la segunda por la aplicación del arcoseno).

El modelo estadístico de bloques al azar es:

$$Y_{ijk} = u + B_j + T_i + e_{ij}$$

donde:

Y_{ijk} = variable de respuesta

u = media general

B_j = efecto de bloque

T_i = Tratamiento

e_{ij} = error experimental

El término tratamiento se refiere a cada una de las coberturas: vivas o muertas, así como las cuatro parcelas en barbecho, que desarrollaron en la primera fecha vegetación secundaria (malezas). Se realizaron contrastes ortogonales entre coberturas y barbechos; también entre coberturas (vivas y muertas) y herbicida. De igual forma se hicieron contrastes entre coberturas vivas y muertas, y dentro de cada grupo de ellas: *Mucuna* vs. *Canavalia*, y *Leucaena* vs. *Lysiloma*.

La evaluación del desarrollo de las dos leguminosas de cobertura viva (biomasa, y porcentaje de cobertura, transformado por arco-seno) en este primer período, se realizó mediante pruebas de t simples.

Para la segunda fase del experimento, se realizó el análisis de varianza para las mismas variables transformadas de malezas, además del rendimiento de grano y biomasa vegetativa de maíz, utilizando el modelo de parcelas divididas, realizando también contrastes planeados entre las parcelas que permanecieron en barbecho y las que tuvieron coberturas, así como entre coberturas vivas y muertas, y dentro de cada uno de estos grupos (*Mucuna* vs. *Canavalia*) y *Leucaena* vs. *Lysiloma*.

El modelo estadístico de parcelas divididas es el siguiente:

$$Y_{ijk} = u + B_i + C_j + e_{ij} + S_i + l_{vij} + e_{ijk}$$

donde:

y_{ijk} = variable de respuesta

u = media general

B_i = efecto del bloque i

C_j = efecto principal (parcela grande: coberturas)

e_{ij} = error experimental asociado a la parcela grande (error A)

S_i = efecto de la subparcela (parcela chica)

C_{sij} = interacción entre efecto principal y subparcela (coberturas de la 1a. fase experimental y manejo en la 2a. fase)

e_{ijk} = error experimental asociado a las subparcelas (error B)

RESULTADOS Y DISCUSION

Banco de semillas

La evaluación de las especies que germinaron en las muestras de suelo al inicio y al final del experimento, permitió conocer el potencial de colonización de las malezas, así como determinar el efecto inmediato aparente de los tratamientos sobre la comunidad de arvenses.

Las especies más comunmente encontradas en los recuentos pertenecieron a las familias *Amaranthaceae*, *Compositae*, *Malvaceae* y *Poaceae* (Cuadro 3). Los miembros de estas familias también fueron los más conspicuos en los muestreos de campo.

El estudio del banco de semillas permitió conocer la flora inicial y final presente en el suelo; es decir, el potencial de colonización de las malezas. Resulta obvio, que en aquéllos tratamientos que presentaron mayor acumulación de arvenses, llegando algunas hasta la fructificación, el número de propágulos dejados en el terreno fue mayor, contribuyendo a incrementar el potencial de infestación de la parcela. Los tratamientos testigos fueron buena prueba de ello, y presentaron más especies de semillas germinadas en la evaluación final, predominando las especies *Amaranthus hybridus*, *Portulaca oleraceae* y *Cenchrus insertus*. (Cuadro 3). Las parcelas en donde el mantillo o la competencia de las coberturas disminuyó las poblaciones de malezas, presentaron niveles menores de germinación en el estudio aludido.

Cuadro 3. Especies de malezas presentes en la parcela experimental

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMUN
ACANTHACEAE	<i>Cianococcus</i> sp. <i>Ruellia nudiflora</i>	Kabaoxán
AMARANTHACEAE	<i>Achyranthes aspera</i> <i>Amaranthus hybridus</i> <i>A. spinosus</i> <i>Iresine</i> sp.	Zorrillo Tez Tez espinoso
COMMELINACEAE	<i>Commelina elegans</i>	Jail
COMPOSITAE	<i>Coniza</i> sp. <i>Melanthera</i> sp. <i>Neurolaena</i> sp. <i>Parthenium hysterofonus</i> <i>Tridax procumbens</i>	Epazote Pericón Chac xuul Chac xuul
CONVOLVULACEAE	<i>Ipomoea violacea</i> <i>Merreria aegyfolia</i>	Campanilla Tzoská
CUCURBITACEAE	<i>Citrullus lanatus</i> <i>Cucurbita melo</i> <i>Momordica charantia</i>	Sandía de conejo Calabaza de ratón Cundeamor
EUPHORBIACEAE	<i>Acalypha arvensis</i> <i>Croton</i> sp. <i>Euphorbia cyantophora</i> <i>E. heterophylla</i> <i>E. hipericifolia</i>	Miz Polkut Xanamucuy
POACEAE	<i>Bracharia fasciculata</i> <i>Chloris</i> sp. <i>Cenchrus insertus</i> <i>Panicum</i> sp. <i>Paspalum</i> sp. <i>Rinchelitrum repens</i> <i>Setaria</i> sp.	Kanchín Chac zuuc Muul Kuzuc Pasto africano Cola de zorro
LABIATAE	<i>Hyptis pectinata</i> <i>Ocimum micranthum</i>	Xolteznuc Kakaltún
MALVACEAE	<i>Malachra</i> sp. <i>Malva alba</i> <i>Sida acuta</i>	Sac xiú Chichibé
NYCTAGINACEAE	<i>Boerharvia caribea</i>	Ramillo

PASSIFLORACEAE	<i>Passiflora foetida</i>	
PORTULACACEAE	<i>Portulaca oleraceae</i>	Verdolaga
RUBIACEAE	<i>Borreria</i> sp. <i>Rubus</i> sp.	
STERCULIACEAE	<i>Melochia pyramidata</i> <i>M. tomentosa</i> <i>Walteria americana</i>	Sac xiú Sac malva Sac malva
VERBENACEAE	<i>Lantana camara</i> <i>Lippia aff. alba</i> <i>Stachytarpheta</i> sp.	

Continuación Cuadro 3

Se ha encontrado que con el uso de coberturas, la reducción en el banco de semillas llega a un 80%*. El seguimiento por varios años de este parámetro, como se pretende hacer en las parcelas, permitirá determinar con mayor precisión el efecto de las coberturas sobre el banco de semillas, y a su vez, deberá permitir preveer los niveles de infestación de malezas en los terrenos cultivados.

Biomasa de malezas en los diferentes tratamientos

1. Primera fase experimental

a) Primer muestreo.

No se detectaron diferencias en el peso seco total de las especies de malezas entre bloques ($p= 0.08$) ni entre tratamientos ($p= 0,52$) en el primer muestreo de la primera fase experimental (Anexo 1 y Fig. 4). La prueba de contrastes ortogonales (Cuadro 4) evidenció diferencias en peso seco total solamente para el contraste entre las coberturas (vivas y muertas) vs. paraquat. Es importante aclarar que esta última

* Merayo, A. 1995. MIP, CATIE. Com. pers.

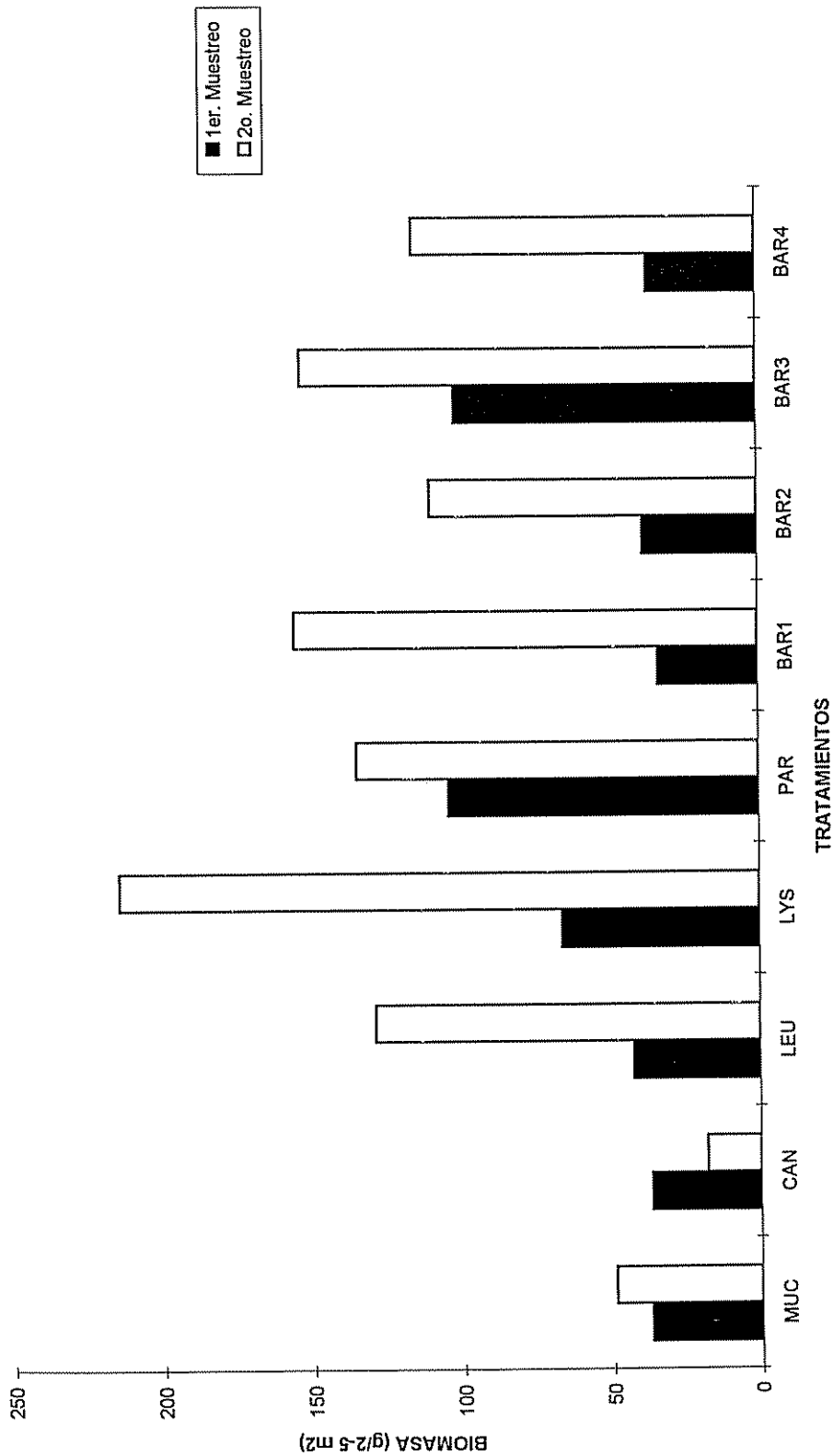


FIGURA 4. Biomasa de malezas en la 1a. fase experimental

parcela aún no recibía la aplicación del herbicida, por lo que correspondía de hecho a una parcela en barbecho. Este resultado fue indicativo de que las coberturas, específicamente las vivas, empezaron a suprimir a las arvenses.

La ausencia de significancia en los otros contrastes no es sorprendente, pues, el establecimiento de las coberturas vivas requiere de cierto tiempo, y en consecuencia, la competencia con las malezas no se aprecia de forma inmediata (Fig. 4). Debe destacarse que en esta primera etapa del experimento no estaba presente el cultivo, sólo las coberturas y las malezas.

b) Segundo muestreo.

En el segundo muestreo, realizado 30 días después del primero, se presentaron diferencias en peso seco de malezas entre bloques ($\hat{p}=0.019$) y entre tratamientos ($p=0.03$). La presencia de malezas fue menor sustancialmente en las parcelas con cobertura viva (*Mucuna* y *Canavalia*) (Anexo 1 y Fig. 4).

Cuadro 4. Contrastes ortogonales para la variable biomasa de malezas en el primer muestreo. Primera fase experimental.

CONTRASTE	Pr F
BARBECHO (52.65) VS MANEJADAS* (57.41)	0.44
COBERTURAS (45.69) VS PARAQUAT (104.28)	0.05
VIVAS (36.87) VS MUERTAS (54.51)	0.37
MUCUNA (37.09) VS CANAVALIA (36.65)	0.82
LEUCAENA (42.62) VS LYSILOMA (66.41)	0.43

*Manejadas representa a las parcelas con coberturas y herbicida. Los números entre paréntesis indican los promedios comparados (el análisis de varianza se realizó transformando la variable biomasa mediante log, para reducir y homogenizar la varianza)

El peso seco de las malezas en las parcelas en barbecho fue mayor que en las parcelas manejadas con coberturas y paraquat (Cuadro 5), dado que en las primeras se presentó la acumulación de estas especies durante la etapa de descanso (Anexo 1). La comparación entre coberturas vs. paraquat no mostró diferencias, indicando que el efecto de las coberturas es parecido al que el producto químico ejerce sobre las malezas. Es decir, al establecerse sobre el terreno, lograron controlar a las

arvenses de igual forma como lo hizo el herbicida. Esto se corroboró en la comparación entre coberturas vivas vs. coberturas muertas, en donde las primeras presentaron los valores más bajos de arvenses (Cuadro 5).

Cuadro 5. Contrastes ortogonales para la variable biomasa de malezas en el segundo muestreo. Primera fase experimental.

CONTRASTE	Pr F
BARBECHO (133.37) VS MANEJADAS* (108.97)	0.10
COBERTURAS (102.53) VS PARAQUAT (134.76)	0.31
VIVAS (33.73) VS MUERTAS (171.63)	0.002
MUCUNA (48.90) VS CANAVALIA(17.96)	0.40
LEUCAENA (128.78) VS LYSILOMA (214.48)	0.32

*Manejadas representa a las parcelas con coberturas y herbicida. Los números entre paréntesis indican los promedios comparados (el análisis de varianza se realizó transformando la variable biomasa mediante log, para reducir y homogenizar la varianza)

La menor incidencia de malezas en los tratamientos con coberturas vivas parece indicar que la acumulación de biomasa de las leguminosas, sustituyó la que se acumularía por parte de las malezas. Es decir, las coberturas vivas interfieren con las malezas más directamente que las muertas, principalmente por competencia y, muy posiblemente, por alelopatía. Al respecto, Obando (1987) y Domínguez (1990), mencionan estos dos factores como los responsables del efecto supresivo sobre las malezas por parte de las leguminosas de cobertura: En el caso de la alelopatía, mediante la liberación de sustancias tóxicas de las plantas vivas y de sus residuos. Anaya *et al* (1994), encontraron efectos alelopáticos de *Mucuna* y *Canavalia* sobre la germinación y desarrollo de algunas especies de malezas, específicamente *Echinochloa crusgalli* y *Amaranthus hybridus*, lo que apoya lo encontrado en este trabajo.

Al ser sustituida la cobertura de malezas por la cobertura de las leguminosas, el manejo del cultivo se hace más fácil. Esto fue notorio al momento de cortar las leguminosas para depositarlas sobre la superficie de las parcelas respectivas. El corte fue rápido, y la distribución del material sobre el espacio fue homogénea. Buckles (1992) menciona que en Honduras el número de deshierbes que se llevan a

cabo aún con la presencia de la cobertura no disminuye, pero que la labor se hace de forma más rápida y eficiente, lo que indicaría que en realidad se afectó a las poblaciones de malezas, como aquí quedó demostrado.

El efecto principal de las coberturas muertas es físico, fundamentalmente, aunque también pueden presentarse efectos alelopáticos por las sustancias liberadas por la descomposición del mantillo (Domínguez, 1990). Además, la diferencia observada con respecto a las coberturas vivas puede explicarse si se considera que las especies utilizadas como mantillo tienen hojas pequeñas y su permanencia en el terreno no es muy elevada (se disgregan rápidamente y el viento puede transportarlas con facilidad), por lo que después de un cierto período, las malezas lograron atravesar la capa de hojarasca y ramas de este tipo de cobertura. Sin embargo, en los primeros días posteriores a su aplicación, retardaron la germinación y el desarrollo de las especies colonizadoras, como quedó establecido para el primer muestreo, en donde este mismo contraste no fue significativo ($p=0.29$). Esto es muy importante si se consideran los beneficios obtenidos al controlar a las malezas en la fase crítica del cultivo de maíz, como sucedió durante la segunda fase del experimento.

Las comparaciones dentro de cada grupo de coberturas: *Mucuna* vs. *Canavalia* y *Leucaena* vs. *Lysiloma*, indicaron que el peso seco de malezas siguió una dinámica similar. Es decir, el frijol terciopelo y el frijol espada tuvieron un efecto similar sobre las malezas, dado que desarrollaron abundante cobertura (aproximadamente 100%) y biomasa (aproximadamente 4 t/ha de materia seca para *Mucuna* y 8 t/ha para *Canavalia*) a los tres meses de su establecimiento, como se verá más adelante. Asimismo, *Leucaena* y *Lysiloma* controlaron de manera parecida a las arvenses, lo que se explica por tener ambas el mismo tipo de folíolos pequeños. Lo observado para estas cuatro especies de leguminosas no varió en la segunda fase, en la cual los contrastes tampoco demostraron diferencias dentro de ambos tipos de cobertura.

2. Segunda fase experimental

a) Primer muestreo.

Al iniciar la segunda fase, con el corte de las coberturas vivas y la siembra de maíz, se realizó un primer muestreo de biomasa de malezas, a los 15 dds del maíz, e inmediatamente antes de aplicar el herbicida y realizar la siembra consecutiva de *Mucuna* y *Canavalia* (Anexo 2 y Fig. 5).

En este primer muestreo se detectaron diferencias en peso seco de malezas entre parcelas grandes (el manejo que se dió a las parcelas grandes durante la primera fase) ($p=0.009$). Esto se debió particularmente al efecto supresivo sobre las malezas por parte del mantillo de *Canavalia* y *Mucuna*. El material dejado sobre el terreno al desarraigar a estas dos especies, formó una auténtica alfombra, limitando el desarrollo de las poblaciones de arvenses (Anexo 2). Entre subparcelas (manejo dado a las parcelas chicas durante la segunda fase), no se encontraron diferencias significativas.

Al efectuar el contraste entre parcelas originalmente en barbecho y aquéllas que fueron manejadas con coberturas o paraquat, no se detectaron diferencias significativas ($p= 0.08$), aunque la tendencia fue a que la biomasa de malezas fuese menor en estas últimas, por la contribución del mantillo dejado al desarraigar a las coberturas vivas.

Al realizar el contraste entre las parcelas que en la primera fase estuvieron sembradas con coberturas vivas y aquéllas que recibieron el aporte de mantillo de las otras especies de leguminosas (Cuadro 6), se detectaron diferencias ($p= 0.01$). La descomposición de estas últimas se dió, de hecho, durante toda la primera fase, mientras que el mantillo resultante del desarraigo de *Mucuna* y *Canavalia*, representó

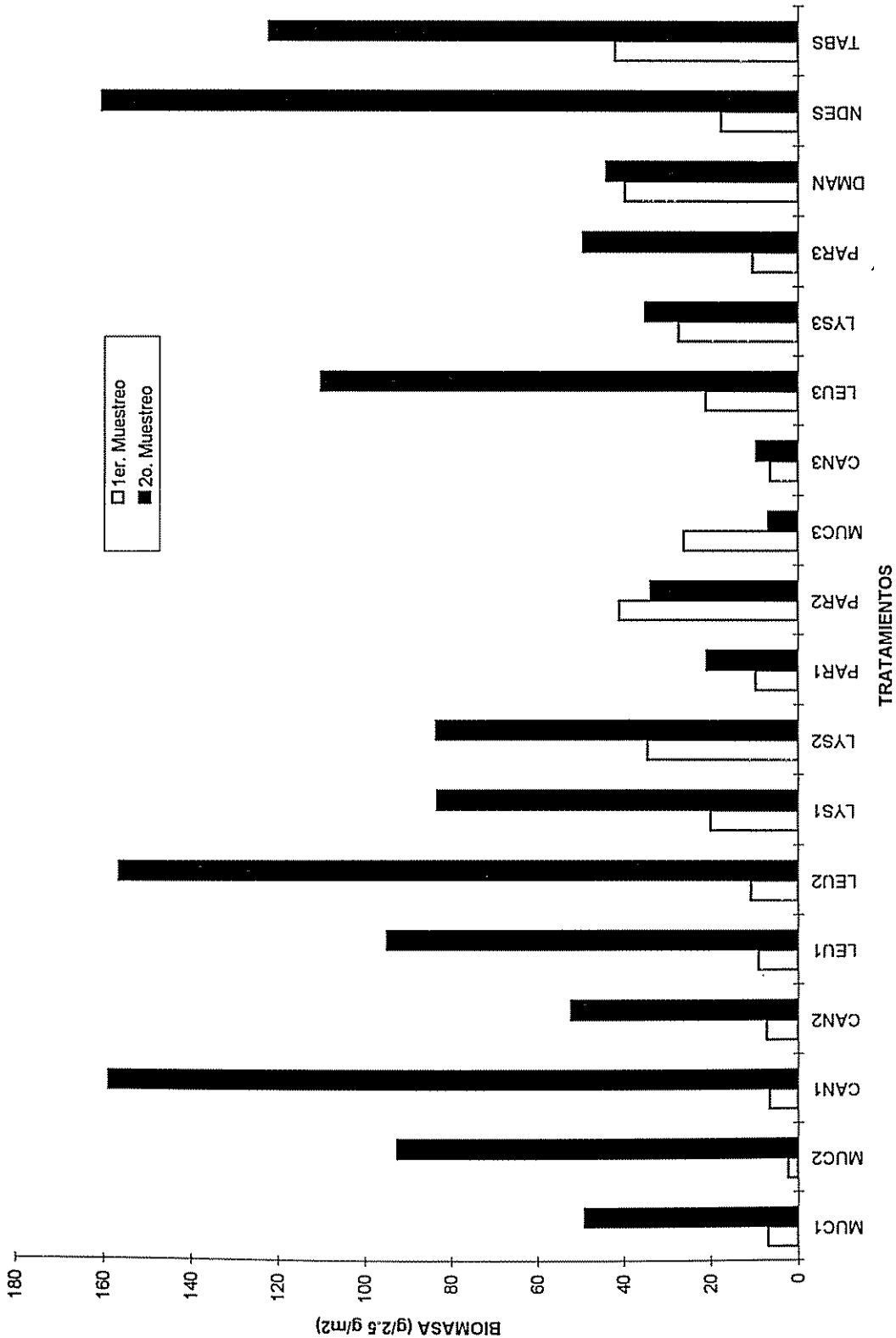


FIGURA 5. Biomasa de malezas en la 2a. fase experimental.

una cobertura muerta *in situ* más reciente y homogénea. Además, el tamaño pequeño de los foliolos de *Leucaena* y *Lysiloma* y su rápida caída de las ramas colocadas como mantillo, aunado a su dispersión por el viento, permitió el paso de luz en algunos espacios. Es decir, la cobertura no fue tan uniforme como en el nescafé y el frijol espada.

Cuadro 6. Contrastes para la variable biomasa de malezas en el primer muestreo. Segunda fase experimental

CONTRASTES	Pr F
BARBECHO (23.84) VS MANEJADAS 1A. FASE (14.78)	0.07
GRUPO DE PARCELAS MANEJADAS* 1a. FASE	
COBERTS (12.15) VS PARAQUAT (25.33)	0.27
VIVAS (5.69) VS MUERTAS (18.61)	0.01
MUCUNA (4.57) VS CANAVALIA (6.81)	0.12
LEUCAENA (9.89) VS LYSILOMA (27.33)	0.17
GRUPO DE PARCELAS EN BARBECHO EN 1a. FASE	
COBERTURAS Y TESTIGOS AGRICULTOR (21.83) VS. TESTIGOS (29.86)	0.72
COBERTURAS (20.21) VS TESTIGOS AGRICULTOR (25.08)	0.93
VIVAS (16.23) VS MUERTAS (24.19)	0.66

* El grupo manejadas se refiere a las parcelas que fueron trabajadas con algún tipo de cobertura o con paraquat en la primera fase del experimento. El otro grupo corresponde a las que estuvieron en barbecho, y que en la segunda fase fueron incorporadas al experimento con coberturas. Los números entre paréntesis indican los promedios comparados (para el análisis de varianza fueron transformados por log, para reducir y homogenizar la varianza).

Los contrastes comparando subparcelas (las dos subparcelas dentro de cada parcela grande), no detectaron diferencias en acumulación de malezas. Es decir, el efecto del manejo dado a las parcelas chicas en la segunda fase aún no se manifestaba en esta evaluación.

b) Segundo muestreo.

En el segundo muestreo de biomasa de malezas, en la segunda fase del experimento, se detectaron diferencias entre parcelas grandes ($p=0.003$). Es decir, el manejo dado en la primera fase contribuyó de forma importante en los resultados de la segunda etapa (Fig. 5).

En este segundo muestreo el contraste entre las parcelas que habían permanecido en barbecho y las que fueron manejadas en la primera fase, tampoco evidenció diferencia entre ambos grupos ($p= 0.10$), lo que indicó que la acumulación de malezas en algunos tratamientos de ambos grupos comparados equilibró estos grupos para esta variable.

A su vez, ambos tipos de cobertura establecidos en la primera fase, fueron diferentes del manejo con paraquat, como evidenció el contraste respectivo (Cuadro 7). A este resultado contribuyó la acumulación de biomasa en las parcelas con mantillo residual de *Mucuna* y *Canavalia*, dado que las malezas lograron atravesar esta capa, así como la del mantillo de *Lysiloma* y *Leucaena*. Esto último, confirmado por la similitud en biomasa de malezas entre coberturas vivas y muertas. Comparando *Canavalia* vs *Mucuna* y *Leucaena* vs *Lysiloma*, tampoco fue posible evidenciar diferencias (Cuadro 7).

Esta acumulación de malezas, tiempo después de establecido el mantillo, ha sido reportada por De la Cruz (s.f.), quien menciona que, por ejemplo, *Euphorbia heterophylla* es capaz de traspasar el material residual de leguminosas. Esto mismo ha sido reportado por Aldunate (1984), quien encontró que en el mantillo de *Mucuna*, cortada manualmente, el desarrollo de malezas llegó a ser alto. Esto resulta lógico si se considera, además, que el mantillo, sobre todo de *Mucuna*, se disgrega rápidamente. Según Arriaza (1995), a los 30 días de depositado sobre el terreno ya

Cuadro 7. Contrastes para la variable biomasa de malezas en el segundo muestreo. Segunda fase experimental

CONTRASTES	Pr F
BARBECHO (67.18) VS MANEJADAS 1A.FASE (82.49)	0.10
GRUPO DE PARCELAS MANEJADAS* 1A. FASE	
COBERTURAS (96.27) VS PARAQUAT (27.36)	0.008
VIVAS (88.12) VS MUERTAS (104.43)	0.19
MUCUNA (70.80) VS CANAVALIA (105.45)	0.97
LEUCAENA (125.55) VS LYSILOMA (83.31)	0.49
GRUPO DE PARCELAS EN BARBECHO EN 1A.FASE	
COBERTURAS Y TESTIGOS AGRICULTOR (43.51) VS TESTIGOS (141.21)	0.0005
COBERTURAS (41.87) VS TESTIGOS AGRICULTOR (46.79)	0.04
VIVAS (8.13) VS MUERTAS (75.62)	0.004

* El grupo manejadas se refiere a las parcelas que fueron trabajadas con algún tipo de cobertura o con paraquat en la primera fase del experimento. El otro grupo corresponde a las que estuvieron en barbecho, y que en la segunda fase fueron incorporadas al experimento con coberturas. Los números entre paréntesis indican los promedios comparados (para el análisis de varianza fueron transformados por log, para reducir y homogenizar la varianza).

no es distinguible del resto del material edáfico. De cualquier forma, los niveles de biomasa de los tratamientos con mantillo de *Mucuna* y *Canavalia*, resultaron ser bajos, sobre todo, durante la etapa crítica de crecimiento del cultivo.

En el caso de las parcelas que permanecieron originalmente en barbecho, se encontraron diferencias significativas en los tres contrastes realizados: a) coberturas y testigos del agricultor vs. testigos absolutos (maíz sin deshierbe y parcela sin maíz ni deshierbe), b) coberturas vivas y muertas vs. testigos del agricultor (deshierbe manual y químico), y c) coberturas vivas vs. muertas (Cuadro 7).

Para el primer caso, como se esperaba, las parcelas sin deshierbe y sin maíz presentaron las poblaciones más elevadas de malezas (Anexo 2 y Fig. 5), lo que confirmó la eficacia de las coberturas y los sistemas empleados por el agricultor para controlar las arvenses. La segunda comparación, indicó que las coberturas, en conjunto, redujeron la biomasa de malezas en mayor medida que el deshierbe manual y químico, aunque la diferencia no fue muy grande (Cuadro 7). Lo que contribuyó sin

duda a obtener diferencias significativas fue la muy baja acumulación de malezas en las parcelas con coberturas vivas. Esto se verificó en la última comparación, observándose la menor biomasa de malezas en las parcelas con *Canavalia* y *Mucuna*. Sin embargo, debe destacarse que las coberturas vivas en estas parcelas complementarias fueron sembradas 15 dds del maíz, realizando el deshierbe de la parcela en ese momento, de manera similar al tratamiento de deshierbe manual. Es decir, este tratamiento fue diferente de este último por la intercalación de las leguminosas. Observando los valores de biomasa para ambos (8.13 g y 46.79 g para las coberturas vivas y los testigos del agricultor, respectivamente), se nota que la leguminosa suprimió el desarrollo de las malezas mejor que el sólo deshierbe manual (no existe un contraste ortogonal para comparar ambos tratamientos)

Por último, los contrastes realizados para comparar las subparcelas dentro de cada parcela principal no detectaron diferencias significativas, con excepción de la comparación entre LEU3 Y LYS3. Para el grupo de parcelas que fueron manejadas en la primera fase (coberturas y paraquat), puede comentarse lo siguiente. La resiembra de *Mucuna* y *Canavalia*, hecha 15 dds del maíz, no fue lo suficientemente exitosa en cuanto a su desarrollo, comparada con los valores de cobertura y biomasa obtenidos en la primera fase experimental (poca cobertura y biomasa). Esto influyó definitivamente en que ambas subparcelas (la resiembra y la que sólo contó con los residuos de la primera etapa) tuviesen una acumulación similar de malezas.

Para el caso de los contrastes entre subparcelas dentro de las parcelas grandes de *Leucaena* y *Lysiloma*, puede comentarse que el no encontrar diferencias en peso seco de malezas pudo deberse a que para esta fecha de evaluación (60 dds del maíz), las malezas pudieron atravesar la capa de mantillo, ya bastante disgregado, y resultar en valores similares a los de la otra subparcela. Aunado a ello, la sombra que el maíz ejerció sobre ambas parcelas pudo equilibrar la acumulación de malezas. Para el caso de *Leucaena*, hubo una tendencia a presentar mayores valores de biomasa de arvenses en la subparcela que no recibió nuevamente el

mantillo, como era lo esperado, aunque no lo suficiente para detectar diferencias en el análisis. Esto mismo puede aducirse para el contraste entre la subparcela que recibió paraquat y la que no lo hizo. La fecha de evaluación quizás no permitió detectar estas diferencias.

Para el caso de las parcelas complementarias (las originalmente en barbecho), la ausencia de diferencias entre subparcelas resulta más clara. Tanto *Mucuna* como *Canavalia* son similares en cuanto al control que ejercen sobre las malezas, al menos para este primer ciclo de cultivo, comportamiento que ya había sido comentado para los muestreos anteriores. Las coberturas muertas, por el contrario, manifestaron diferencias, encontrándose que para *Leucaena*, la acumulación de malezas fue mayor (110.17 g) que para *Lysiloma* (35.07 g). El efecto anterior pudo deberse al rebrote de algunas gramíneas, especialmente *Cenchrus* sp. en una de las subparcelas de *Leucaena*, y a que este material pudo disgregarse más rápidamente permitiendo que las malezas atravesaran la capa de mantillo. De cualquier forma, la evaluación consecutiva de estas parcelas permitirá definir con mayor claridad su comportamiento.

En el caso de los testigos del agricultor, la comparación indicó que, tanto el deshierbe manual como el control químico, son eficaces en el control de las arvenses. De hecho, ambos sistemas de control coexisten en la zona de estudio, aunque a últimas fechas ha predominado el control químico, por el efecto inmediato sobre la comunidad de malezas y por las presiones que se han dado por parte de las autoridades agrarias para aumentar su utilización. Lo interesante sería hacer el seguimiento de esta comparación en los ciclos de cultivo subsecuentes, para valorar si surgen cambios en la composición florística del sitio, debidos al producto químico (algunos campesinos han manifestado que con el uso continuo del paraquat, se ha incrementado la densidad de *Sida acuta*), así como los costos inherentes a esta tecnología.

Por último, el que las subparcelas de maíz sin deshierbe y sin maíz ni deshierbe no se muestren diferentes con respecto a la biomasa de malezas, sólo estaría destacando el hecho de la competitividad de las malezas sobre el cultivo, y por ende, la necesidad de medidas de control de estas especies, como las evaluadas en este experimento.

En resumen, el efecto de los residuos de las leguminosas fue destacable en los resultados obtenidos, e indica el potencial de estas plantas para ser usadas como controladoras de arvenses. Esto fue más importante durante el período crítico de crecimiento del maíz, entre los 15 a 20 dds del cultivo. Ello contribuyó a que, aunque hubo un incremento de malezas posterior a ese periodo en estos tratamientos, dado que estas lograron atravesar el mantillo dejado por la leguminosa al ser cortada, no llegaron a niveles mayores (Anexo 2). Este efecto podrá ser determinado con mayor precisión en evaluaciones en ciclos posteriores de cultivo.

Por otra parte, es importante mencionar la incidencia de las gramíneas como competidoras del maíz en Yucatán. Destacan sobre todo la conocida como muul (*Cenchrus* sp.) y el kuzuc (*Panicum* sp.). Algo similar es destacado por De la Cruz *et al.* (1994) para Costa Rica, indicando que *Rottboellia cochinchinensis* o caminadora, representa un fuerte problema para los productores en la provincia de Guanacaste. Sin embargo, la intercalación de *Mucuna deeringianum* entre las hileras del maíz logró reducir sus poblaciones significativamente. Así sucedió en este estudio, en donde *Cenchrus* sp. y *Panicum* sp. fueron dominantes en los tratamientos testigo y en los de deshierbe manual, fundamentalmente, reduciendo su infestación en los tratamientos con coberturas vivas.

Cobertura de malezas

1. Primera fase experimental

a) Primer muestreo

En la primera fase, las malezas ocuparon un bajo porcentaje de área experimental, correspondiendo a lo que sucedió con su biomasa (Anexo 3 y Fig. 6), por lo que no se detectaron diferencias entre tratamientos en el análisis de varianza.

La cobertura de malezas en las parcelas en barbecho y las manejadas con coberturas y herbicida fue similar (Cuadro 8), excepto al comparar las coberturas vivas y muertas con el paraquat. Esto se debió a que la parcela de paraquat aún no recibía la aplicación del producto químico, por lo que la acumulación de malezas fue mayor en esa evaluación comparada con las coberturas, particularmente las vivas, que ya empezaban a desarrollarse (80%).

Cuadro 8. Contrastes ortogonales para la variable cobertura de malezas (%) en el primer muestreo. Primera fase experimental.

CONTRASTE	Pr F
BARBECHO (22.62) VS MANEJADAS* (26.55)	0.48
COBERTURAS (21.54) VS PARAQUAT (46.60)	0.04
VIVAS (25.09) VS MUERTAS (18.00)	0.39
MUCUNA (32.68) VS CANAVALIA (17.50)	0.41
LEUCAENA (17.76) VS LYSILOMA (18.25)	0.86

*Manejadas representa a las parcelas con coberturas y herbicida. Los números entre paréntesis indican los promedios comparados (el análisis de varianza se realizó transformando la variable biomasa mediante arcoseno)

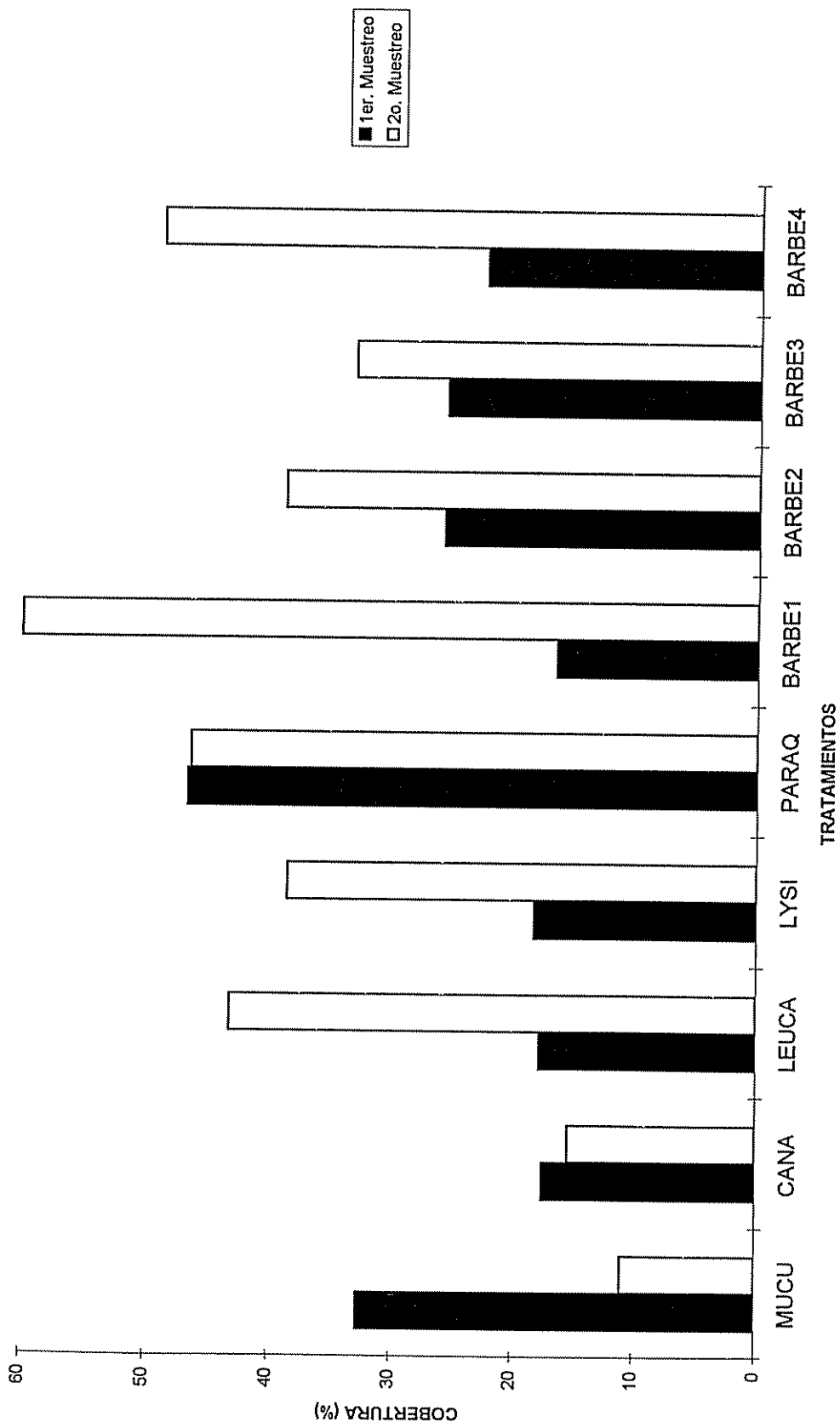


FIGURA 6. Cobertura de malezas en la 1a. fase experimental.

Cuadro 9. Contrastes ortogonales para la variable cobertura de malezas (%) en el segundo muestreo. Primera fase experimental.

CONTRASTE	Pr F
BARBECHO (45.20) VS MANEJADAS* (30.87)	0.07
COBERTURAS (27.00) VS PARAQUAT (46.33)	0.11
VIVAS (25.09) VS MUERTAS (18.00)	0.007
MUCUNA (32.68) VS CANAVALIA (17.50)	0.64
LEUCAENA (17.76) VS LYSILOMA (18.25)	0.88

*Manejadas representa a las parcelas con coberturas y herbicida. Los números entre paréntesis indican los promedios comparados (el análisis de varianza se realizó transformando la variable biomasa mediante arcoseno)

2. Segunda fase experimental

a) Primer muestreo

En la segunda fase del experimento, se realizaron cuatro muestreos de cobertura de malezas. En el primero de ellos, que coincidió con la primera evaluación de biomasa de malezas, a los 15 dds del maíz, prácticamente no hubo diferencias ($p=0.06$) entre tipos de manejo (parcela grande). Sin embargo, con la variable biomasa sí se detectaron diferencias ($p=0.05$) para la misma fecha de evaluación. Sin duda, en ello influyó el hecho de que la medición de coberturas es un tanto más subjetiva que la cosecha de malezas para la variable biomasa. Esto se apoya con la observación de que en las parcelas en que se desarrollaron *Mucuna* y *Canavalia*, al desarraigar dichas leguminosas y dejar el mantillo en el terreno, la cobertura alcanzada por las malezas no rebasó el 5% (Anexo 4 y Fig. 7), demostrando claramente el efecto del mantillo de estas especies sobre las malezas.

Los contrastes realizados entre las parcelas que fueron manejadas (no en barbecho) durante la primera fase, discriminaron entre las coberturas (vivas y muertas) y la parcela tratada con paraquat, en la cobertura de malezas (Cuadro 10). La razón evidente de este resultado fue el efecto de los residuos de las leguminosas *Mucuna* y *Canavalia* para reducir la cobertura de malezas. Además, en las parcelas

b) Segundo muestreo

En la segunda evaluación de cobertura de malezas en la primera fase experimental, se detectaron diferencias entre bloques ($p= 0.05$) y entre tratamientos ($p= 0.04$). sobre todo por el establecimiento de las coberturas vivas, que compitieron eficientemente con las malezas, como fue discutido al analizar la variable de biomasa de estas especies (Anexo 3).

Al realizar las comparaciones entre tratamientos previstas, solamente el contraste entre coberturas vivas y muertas reveló diferencias en la cobertura de malezas, como sucedió para la biomasa de malezas en la misma fecha de evaluación, indicando que la interferencia es más directa entre las leguminosas y las arvenses que con el mantillo de las leguminosas arbóreas.

Por otro lado, el que las coberturas no mostraran diferencias con respecto al tratamiento con herbicida es lógico también, dado que este último manejo incide directamente sobre las arvenses, de un modo inmediato, equiparando entonces el control realizado por las leguminosas. Sin embargo, debe destacarse la eficacia de las leguminosas para mantener niveles bajos de arvenses, como fue discutido para la variable de biomasa de malezas, y por su aporte de material orgánico, como será establecido posteriormente.

La cobertura de malezas fue menor en los tratamientos con *Mucuna* y *Canavalia*, en comparación con las coberturas muertas. En efecto, las malezas no alcanzaron a desarrollarse en amplitud, logrando coberturas escasas (Anexo 3 y Fig. 6). Esto indica, como cuando se hizo el análisis con la biomasa de las arvenses, que las leguminosas compitieron directamente con estas especies, reduciendo el área ocupada por ellas, por efecto físico (sombreado total) o por competencia y alelopatía (Domínguez, 1990; Anaya, 1994), o ambas cosas.

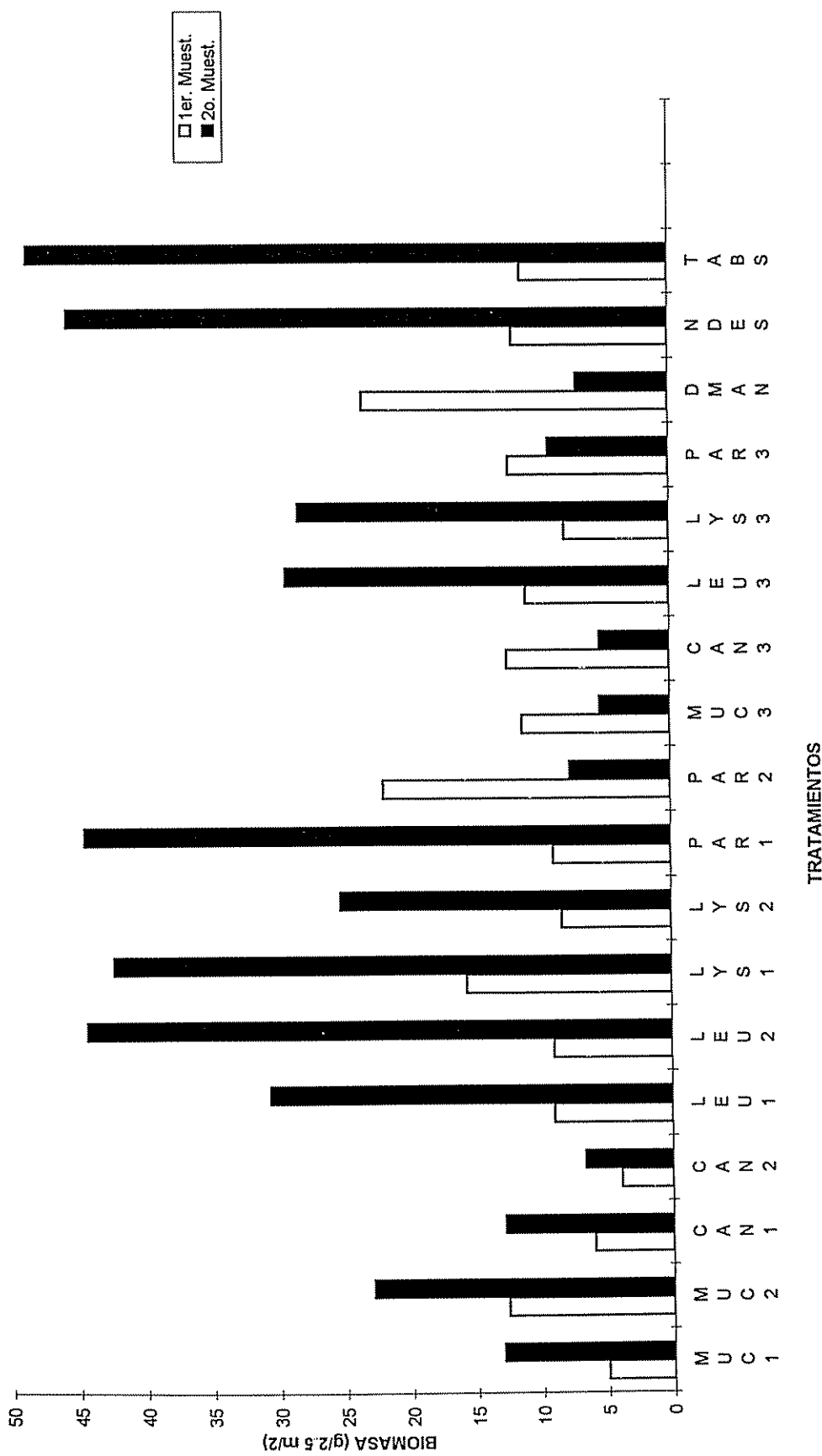


FIGURA 7. Cobertura de malezas en la 2a. fase experimental

con tales residuos, hubo una menor incidencia de malezas que en las parcelas que tuvieron mantillo de *Leucaena* y *Lysiloma* durante la primera fase, manifestando tal diferencia en el contraste respectivo (Cuadro 10). Aunque aquí ya se había aplicado el mantillo correspondiente a LEU2 Y LYS2, la alfombra uniforme del material muerto de *Mucuna* y *Canavalia* ejerció un acentuado control sobre las especies de malezas. Además, debe recordarse que en las parcelas con residuos de frijol terciopelo y frijol espada, la competencia que ejercieron sobre las arvenses durante la primera fase, condujo a reducir las poblaciones de estas últimas. Así, en el inicio de la segunda fase, era de esperar que los niveles iniciales de infestación fuesen bajos, aunado con el efecto del mantillo ya descrito.

En los contrastes realizados entre subparcelas (dentro de cada parcela grande), las coberturas de malezas no fueron diferentes, salvo en la comparación entre PAR1 Y PAR2. Sin embargo, esta evaluación fue realizada inmediatamente antes de aplicar el herbicida en la subparcela de PAR2, por lo que la diferencia es atribuible a una cobertura de malezas mayor en esta última subparcela.

Cuadro 10. Contrastes para la variable cobertura de malezas (%) en el primer muestreo. Segunda fase experimental.

CONTRASTES	PR F
BARBECHO (12.74) VS MANEJADAS EN 1A. FASE (10.05)	0.09
GRUPO PARCELAS MANEJADAS* EN 1A. FASE	
COBERTURAS (8.69) VS PARAQUAT (15.5)	0.02
VIVAS (6.89) VS MUERTAS (10.49)	0.04
MUCUNA (8.83) VS CANAVALIA (4.95)	0.16
LEUCANEVA (9.00) VS LYSILOMA (11.99)	0.39
GRUPO PARCELAS EN BARBECHO EN 1A. FASE	
COBERTURAS Y TESTIGOS AGRICULTOR (13.11) VS TESTIGOS (11.66)	0.86
COBERTURAS (10.70) VS TESTIGOS AGRICULTOR (17.91)	0.04
VIVAS (11.91) VS MUERTAS (9.50)	0.61

*El grupo manejadas se refiere a las parcelas que fueron trabajadas con algún tipo de cobertura o con paraquat en la primera fase del experimento. El otro grupo corresponde a las que estuvieron en barbecho, y que en la segunda fase fueron incorporadas al experimento con coberturas. Los números entre paréntesis indican los promedios comparados (para el análisis de varianza fueron transformados por la función arcoseno).

En el caso de las parcelas que estuvieron en barbecho en la primera fase, la cobertura de malezas fue similar en las subparcelas que recibieron mantillo de *Leucaena* y de *Lysiloma*. Ambas especies tienen características muy parecidas en la forma, tamaño y disposición de los folíolos, por lo que su cobertura es similar. Algunas subparcelas aún no estaban establecidas para esta fecha de evaluación, por lo que el contraste entre ambas no se realizó.

b) Segundo muestreo

En el segundo muestreo de coberturas, realizado 15 días después del primero, se mantuvo la diferencia entre parcelas grandes o manejos ($p=0.002$). La cobertura de malezas aumentó en los tratamientos testigo, mientras que en aquellas parcelas que tuvieron los residuos de las leguminosas de cobertura viva, los niveles se mantuvieron bajos (Anexo 4 y Fig. 7).

La prueba de contrastes indicó que en el grupo de parcelas que no estuvieron en barbecho en la primera fase, hubo menos malezas cuando se sembraron coberturas vivas que cuando se aplicaron las coberturas muertas (Cuadro 11). El efecto del mantillo de *Mucuna* y *Canavalia* siguió siendo importante en esta evaluación, lo que indica que la reducción de malezas lograda durante el período crítico del cultivo podría favorecer al cereal. No se encontraron diferencias entre la cobertura de malezas en presencia de *Canavalia* y *Mucuna*, ni entre *Lysiloma* y *Leucaena*.

En el grupo de parcelas complementarias (en barbecho en la 1a. fase), el contraste entre testigos absolutos y las parcelas con coberturas más los testigos del agricultor (herbicida y deshierbe manual) indicó diferencias en cobertura de malezas, debido a la alta acumulación de malezas en los primeros. No hubo diferencias entre parcelas con cobertura y los testigos del agricultor, lo que revela que ambos manejos son eficientes (el deshierbe manual y químico) comparados con las coberturas.

Cuadro 11. Contrastes para la variable cobertura de malezas en el segundo muestreo. Segunda fase experimental.

CONTRASTES	PR F
BARBECHO (22.37) VS MANEJADAS EN 1A. FASE (25.02)	0.31
GRUPO PARCELAS MANEJADAS EN 1A. FASE	
COBERTURAS (24.75) VS PARAQUAT (26.08)	0.94
VIVAS (13.85) VS MUERTAS (35.66)	0.0005
MUCUNA (17.95) VS CANAVALIA (9.74)	0.18
LEUCAENA (37.49) VS LYSILOMA (33.83)	0.69
GRUPO PARCELAS EN BARBECHO EN 1A. FASE	
COBERTURAS Y TESTIGOS AGRICULTOR (12.33) VS TESTIGOS (47.16)	0.0001
COBERTURAS (17.10) VS TESTIGOS AGRICULTOR (8.12)	0.18
VIVAS (5.33) VS MUERTAS (28.88)	0.001

*El grupo manejadas se refiere a las parcelas que fueron trabajadas con algún tipo de cobertura o con paraquat en la primera fase del experimento. El otro grupo corresponde a las que estuvieron en barbecho, y que en la segunda fase fueron incorporadas al experimento con coberturas. Los números entre paréntesis indican los promedios comparados (para el análisis de varianza fueron transformados por la función arcoseno).

Por otro lado, las coberturas vivas disminuyeron la cobertura por malezas comparadas con las coberturas muertas. Al igual que lo discutido para la variable biomasa de malezas, debe decirse que las coberturas vivas en estas parcelas complementarias se establecieron después de realizar un deshierbe a los 15 dds del maíz (similar a lo realizado en el tratamiento de deshierbe manual). A partir de allí se desarrollaron asociadas al maíz, coadyuvando a la supresión de malezas. Es decir, la diferencia con el tratamiento de deshierbe manual fue precisamente la asociación de las leguminosas. La tendencia de acumulación de malezas en aquél tratamiento fue algo mayor que para las leguminosas asociadas, aunque no pudo detectarse significancia mediante el contraste.

c) Tercer muestreo

La tercera evaluación de coberturas de malezas se realizó 15 días después de la segunda, es decir, a los 45 dds del maíz. En esta ocasión se revelaron aspectos importantes. Como era de esperarse, la fuente de variación manejo, siguió siendo

altamente significativa ($p=0.0001$). Es decir, el historial de las parcelas (los diferentes manejos de la primera fase) influyó en la dinámica de las arvenses (cobertura) (Anexo 4 y Fig. 8). También, el análisis de varianza detectó diferencias significativas en las subparcelas ($p=0.05$).

En esta tercera evaluación, hubo mayor separación de los efectos de los tratamientos sobre la cobertura de malezas al realizar los contrastes (Cuadro 12). Para las cinco parcelas manejadas en la primera fase (no en barbecho), las coberturas vivas mostraron menor incidencia de malezas comparadas con las muertas, como en los muestreos anteriores. Resaltó de nuevo, para explicar este resultado, el efecto residual del mantillo de *Mucuna* y *Canavalia* dejado sobre el terreno al iniciar la segunda fase experimental. Es de suma importancia este resultado, dado que a los 45 días de sembrado el maíz (dentro del periodo crítico del cultivo), la incidencia de malezas en las parcelas con residuo de *Canavalia* y *Mucuna* fue baja (Anexo 4).

Para explicar la mayor presencia de malezas en las parcelas con residuos de *Leucaena* y *Lysiloma*, debe recordarse que en ellas, sólo una de las subparcelas recibió una nueva aportación de mantillo, según el diseño del experimento. Así, además de que las malezas a través del tiempo lograron atravesar esta capa, como ya ha sido discutido anteriormente, la otra subparcela quedó sin esta aportación, lo cual contribuyó a resaltar la diferencia entre coberturas vivas y mulch.

Por otro lado, el grupo de parcelas originalmente en barbecho, y que en esta segunda fase fueron manejadas con coberturas o como testigos del agricultor, difirieron significativamente de la parcela con los testigos absolutos (Cuadro 12). Es decir, la acumulación de malezas en estos últimos tratamientos contribuyó evidentemente a incrementar su cobertura, como era lo esperado.

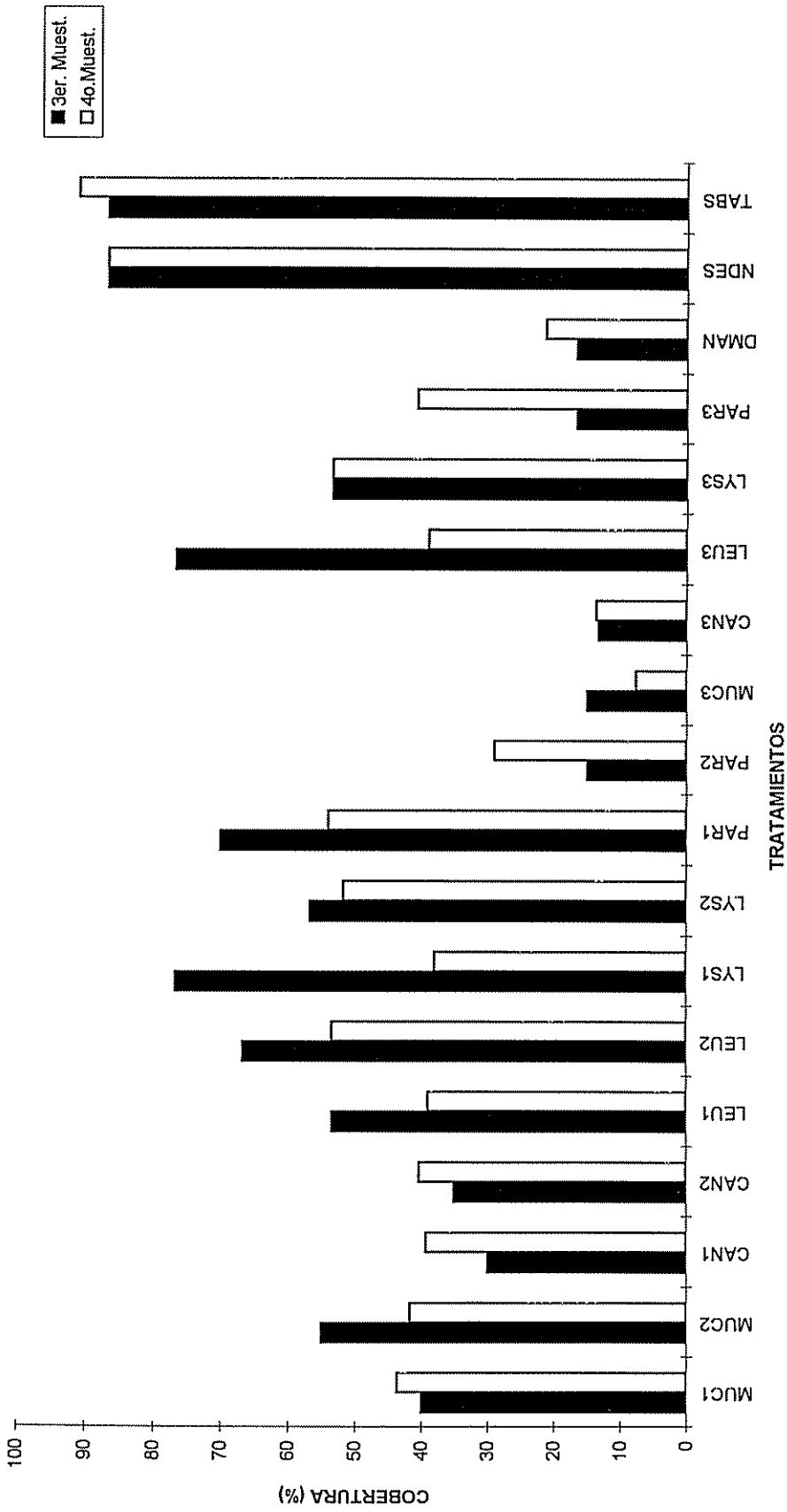


FIGURA 8. Cobertura de malezas en la 2a. fase experimental

Cuadro 12. Contrastes para la variable cobertura de malezas en el tercer muestreo. Segunda fase experimental

CONTRASTES	PR F
BARBECHO (45.62) VS MANEJADAS EN 1A. FASE (49.83)	0.42
GRUPO PARCELAS MANEJADAS* EN 1A. FASE	
COBERTURAS (51.66) VS PARAQUAT (42.5)	0.24
VIVAS (40) VS MUERTAS (63)	0.004
MUCUNA (47.5) VS CANAVALIA (32.5)	0.14
LEUCAENA (59.99)VS LYSILOMA (66.66)	0.52
GRUPO PARCELAS EN BARBECHO EN 1A. FASE	
COBERTURAS Y TESTIGOS AGRICULTOR (31.94) VS TESTIGOS (86.66)	0.0001
COBERTURAS (39.58) VS TESTIGOS AGRICULTOR (16.66)	0.01
VIVAS (14.16) VS MUERTAS (64.99)	0.0001

*El grupo manejadas se refiere a las parcelas que fueron trabajadas con algún tipo de cobertura o con paraquat en la primera fase del experimento. El otro grupo corresponde a las que estuvieron en barbecho, y que en la segunda fase fueron incorporadas al experimento con coberturas. Los números entre paréntesis indican los promedios comparados (para el análisis de varianza fueron transformados por la función arcoseno).

La cobertura de malezas fue mayor en el grupo de coberturas (vivas y muertas) que en los testigos del agricultor. Contribuyó a ello la acumulación creciente de malezas en los tratamientos con coberturas muertas. La cobertura de malezas en los testigos del agricultor y en las coberturas vivas fueron muy similares para esta fecha. El desarrollo de las leguminosas, aunque no tan notorio como en la primera fase, por la competencia ejercida por el cultivo, coadyuvó a ocupar el espacio que de otra forma hubiese sido colonizado por las malezas, generando además material orgánico.

La comparación entre los dos grupos de coberturas establecidos en la segunda fase, siguió siendo favorable para las coberturas vivas, como había sucedido en los anteriores muestreos, por las razones ya citadas.

En esta evaluación, la comparación entre subparcelas fue importante. La cobertura de malezas fue mayor en PAR1 que en PAR2 ($p=0.0001$), resaltando la menor cobertura en este último tratamiento (70% y 15%, respectivamente), dado que

en PAR2 hubo una aplicación adicional del herbicida. Asimismo, se presentaron diferencias entre LEU3 Y LYS3, debido a la menor cobertura de malezas en este último tratamiento (76.66% y 53.33%, respectivamente), aunque los niveles alcanzados fueron altos para ambos.

d) Cuarto muestreo

En esta última evaluación, que coincidió con la segunda de biomasa de malezas, se mantuvieron las tendencias anteriores, aunque por la senescencia del maíz, la penetración de luz fue mayor, y el cultivo no ejerció competencia, por lo que las malezas comenzaron a elevar su cobertura (Anexo 4 y Fig. 8). El análisis de varianza indicó que hubo diferencias significativas en cobertura de malezas para la parcela grande (manejo dado en la 1a. fase), como había sucedido en los anteriores muestreos.

Algunos contrastes perdieron su significancia en relación con evaluaciones anteriores (Cuadro 13). Sucedió así en la comparación de subparcelas. Puede aducirse que el desarrollo de las malezas al finalizar el ciclo, y por la senescencia misma del maíz, permitió que la cobertura de malezas fuese similar en ambas subparcelas.

Dos contrastes siguieron manteniendo su tendencia dentro del grupo de parcelas que habían permanecido originalmente en barbecho: uno de ellos fue el correspondiente a las parcelas con coberturas vivas y muertas más los testigos del agricultor vs. los testigos absolutos ($p=0.0001$). Estas últimas parcelas llegaron a valores cercanos al 100% de cobertura (Anexo 4 y Fig. 8), lo que indica que los diferentes métodos de control evaluados, inciden significativamente en las poblaciones de malezas. También la comparación entre ambos grupos de cobertura (viva y muerta) resultó con diferencias estadísticamente significativas ($p=0.02$), lo que resultó claro desde las anteriores observaciones.

Cuadro 13. Contrastes para la variable cobertura de malezas en el cuarto muestreo. Segunda fase experimental.

CONTRASTES	PR F
BARBECHO (44.16) VS MANEJADAS EN 1A. FASE (42.99)	0.71
GRUPO PARCELAS MANEJADAS* EN 1A. FASE	
COBERTURAS (43.37) VS PARAQUAT (41.5)	0.93
VIVAS (41.24) VS MUERTAS (45.49)	0.056
MUCUNA (42.66) VS CANAVALIA (39.83)	0.64
LEUCAENA (46.16) VS LYSILOMA (44.83)	0.94
GRUPO PARCELAS EN BARBECHO EN 1A. FASE	
COBERTURAS Y TESTIGOS AGRICULTOR (29.27) VS TESTIGOS (88.83)	0.0003
COBERTURAS (28.41) VS TESTIGOS AGRICULTOR (30.99)	0.67
VIVAS (10.66) VS MUERTAS (46.16)	0.01

*El grupo manejadas se refiere a las parcelas que fueron trabajadas con algún tipo de cobertura o con paraquat en la primera fase del experimento. El otro grupo corresponde a las que estuvieron en barbecho, y que en la segunda fase fueron incorporadas al experimento con coberturas. Los números entre paréntesis indican los promedios comparados (para el análisis de varianza fueron transformados por la función arcoseno).

Altura de *Canavalia ensiformis*

En las cuatro primeras semanas de desarrollo del frijol espada en monocultivo, su altura promedio fue de 35 cm. A los 60 días sobrepasó los 130 cm, llegando al tercer mes de desarrollo a alturas cercanas a 1.80 m, sin presentar, por otra parte, problemas con plagas o enfermedades (Anexo 5 y Figura 9). Para la segunda etapa, aunque en los primeros días de ser sembrada su apariencia y altura fueron adecuados, su crecimiento apenas sobrepasó los 80 cm. Es evidente que el asoció con el maíz contribuyó a la reducción en su crecimiento. El maíz criollo Xnuuc naal, alcanzó alturas considerables (más de 2 m), por lo que generó bastante sombra que pudo tener efectos sobre la leguminosa y sobre la comunidad de malezas. No obstante, *Canavalia* pudo ejercer cierta cobertura sobre el terreno y contribuyó al control de las arvenses.

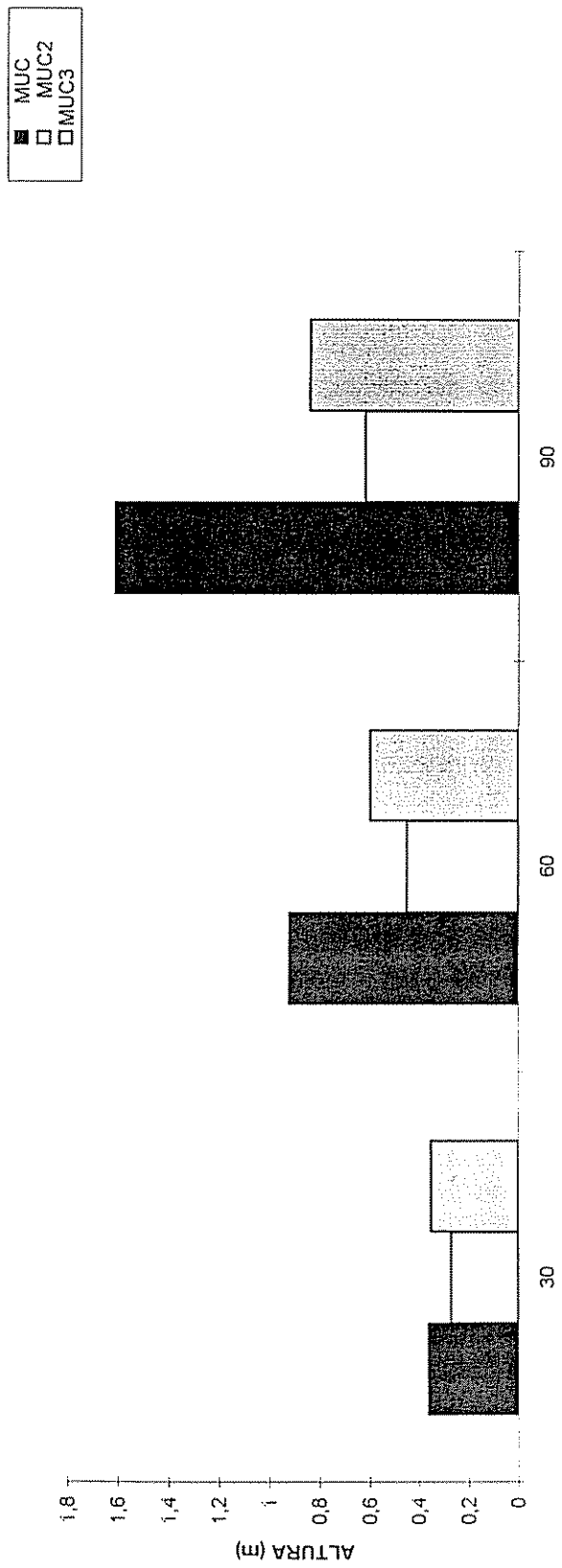


FIGURA 9. Altura de *C. ensiformis* en ambas fases experimentales

Cobertura de *Mucuna deeringianum* y *Canavalia ensiformis*

En el periodo de marzo a junio, el frijol terciopelo y *Canavalia* alcanzaron coberturas de casi el 100 % (Anexo 6 y Fig. 10). El espacio por debajo de estas coberturas fue colonizado por pocas especies de malezas, debido a la sombra generada por las leguminosas. La adaptabilidad de estas plantas como cobertura quedó demostrada, dado que a pesar de las condiciones de mucha pedregosidad, pudieron desarrollarse con éxito. Esto apoya lo expresado por Buckles (1992), quien comenta que la tecnología alternativa no debe sólo enfocarse a terrenos de buena calidad agronómica, sino también hacia los terrenos con condiciones no idóneas, característica que cumple con creces la mayor parte del territorio henequenero.

En la segunda etapa del experimento, las leguminosas asociadas al maíz tuvieron menor capacidad de cobertura (Anexo 7 y Fig. 11), fundamentalmente por la sombra generada por el cereal, aunque existe la posibilidad de que efectos alelopáticos de los residuos hayan tenido alguna responsabilidad en ello. De la Cruz *et al.* (1994), informaron algo similar en un estudio en la zona seca de Costa Rica, y atribuyeron el hecho a posibles efectos alelopáticos. Además, en un reciente estudio de laboratorio, Anaya *et al.* (1994) reportaron efectos inhibitorios de la germinación y el crecimiento de plantas cultivadas, por lixiviados con material seco de *Mucuna* y *Canavalia*. En las parcelas que no tuvieron residuos de leguminosas, también se observó este crecimiento retardado, lo que apoya la idea de que la sombra del maíz fue la principal responsable.

Lo anterior pudo constatarse al sembrar un segundo ciclo de maíz (iniciado en febrero de 1995), observándose que la cobertura de *Canavalia* y *Mucuna* fue de sólo el 10% a los 15 días después de sembradas, y la altura de la primera no sobrepasó los 30 cm, mientras que la gramínea creció rápidamente. Estos datos son similares a los encontrados en el primer ciclo de maíz. Es evidente que la asociación de las leguminosas debería hacerse en fechas más tempranas, inclusive al mismo tiempo

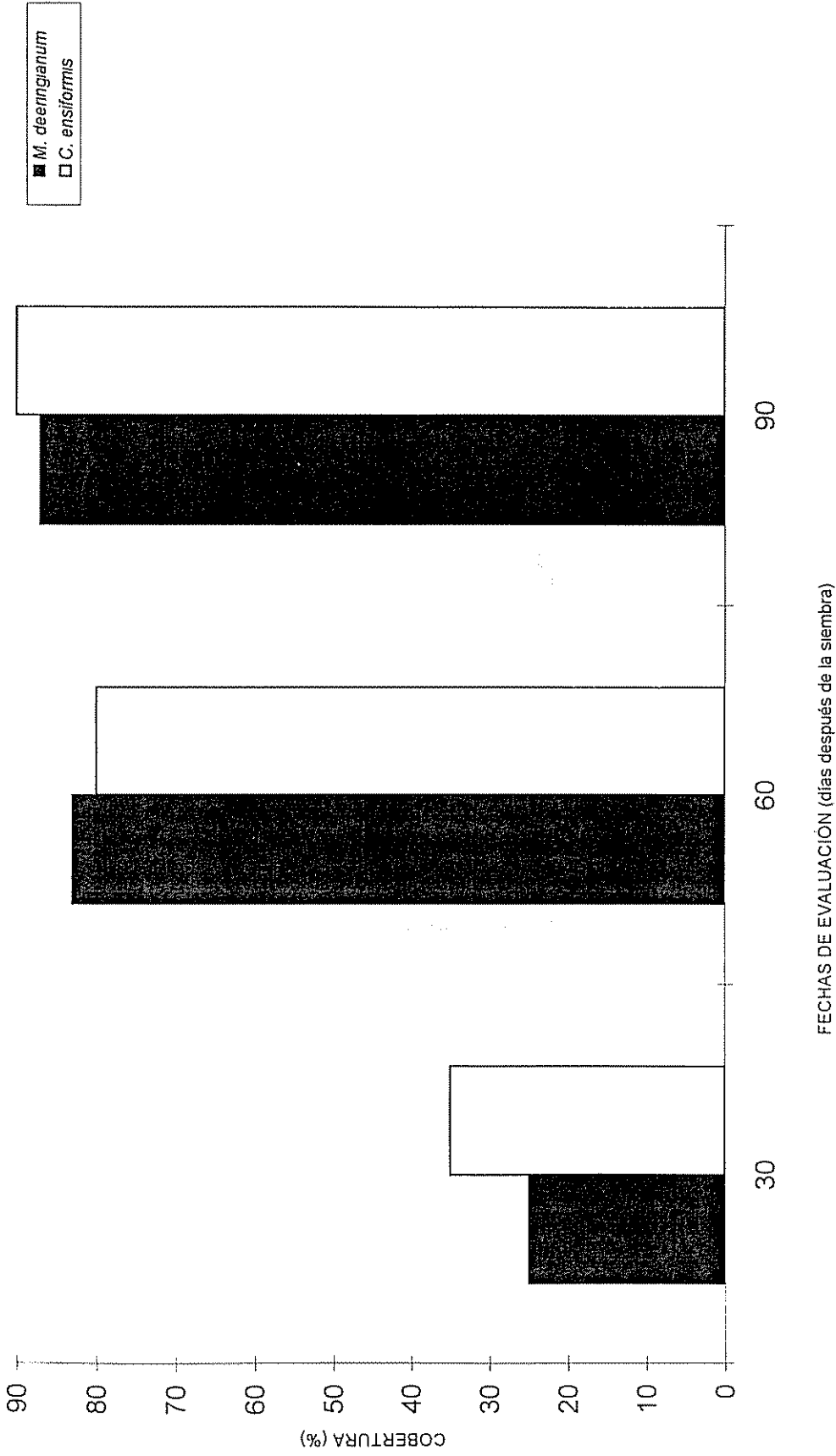


FIGURA 10- Cobertura de leguminosas en la 1a. fase experimental.

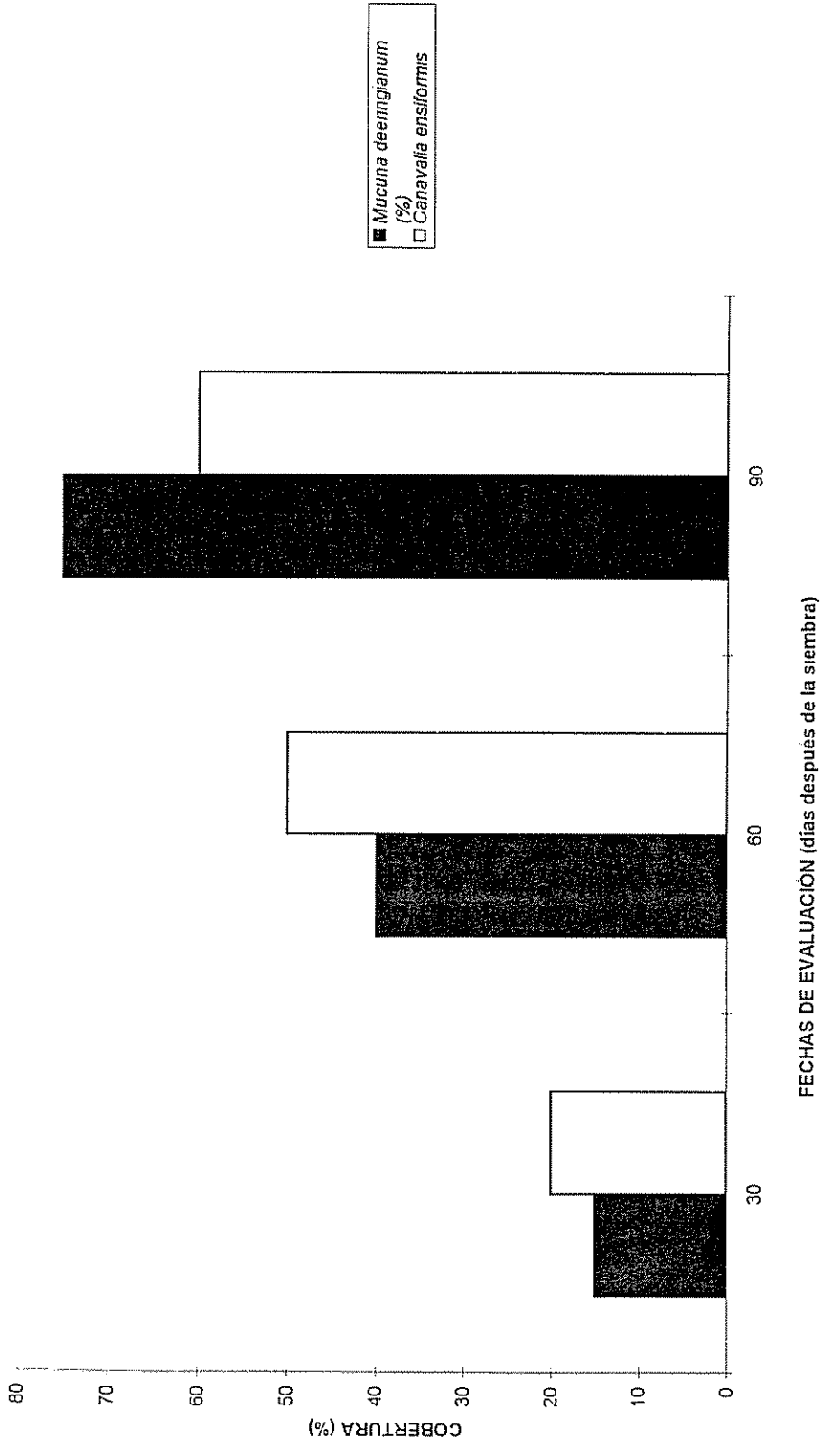


FIGURA 11. Cobertura de leguminosas en la 2a. fase experimental

que se siembra el maíz, sugerencia que fue hecha por un campesino que colaboró en el trabajo de campo. Este resultado coincidió con lo encontrado por Neugebauer (1993), quien cita que los campesinos en una comunidad yucateca, decidieron la siembra simultánea de la leguminosa y el cereal para alcanzar buena producción de biomasa y un mejor control de las malezas, aunque se hizo necesario, en tales condiciones, un corte de las guías para evitar que subieran por los tallos del maíz.

Biomasa de *M. deeringianum* y *C. ensiformis*

Como ya se había citado, las leguminosas crecieron adecuadamente en la primera fase del trabajo, generando una cobertura casi total sobre el terreno, lo que, como ya se vió, afectó a las poblaciones de malezas de manera importante.

Además de la cobertura alcanzada por las leguminosas, la cantidad de biomasa generada por ambas en la primera fase experimental fue alta, llegando en algunos casos a 20 t/ha de peso fresco para *Canavalia*, que traducido en peso seco equivale aproximadamente a 7 t/ha (Anexo 8 y Fig. 12). Estos valores son equivalentes a los reportados en otras condiciones climáticas, de mayor precipitación. Esto no resulta extraño, pues debe considerarse que las leguminosas contaron con riego suplementario. Ello demuestra su potencialidad y adaptación a terrenos pedregosos, sobre todo en referencia al aporte de material orgánico al suelo. Además, en trabajos realizados en una comunidad campesina de la zona henequenera (Sahcabá), se reportaron coberturas adecuadas sobre el terreno y buena producción de biomasa, sin las facilidades del riego (producción de temporal), aunque allí existió la disponibilidad de suelos más profundos, que son escasos en la península yucateca, en su porción central *.

* Jiménez-Osornio, J. 1995. Universidad Autónoma de Yucatán, México. Com. pers.

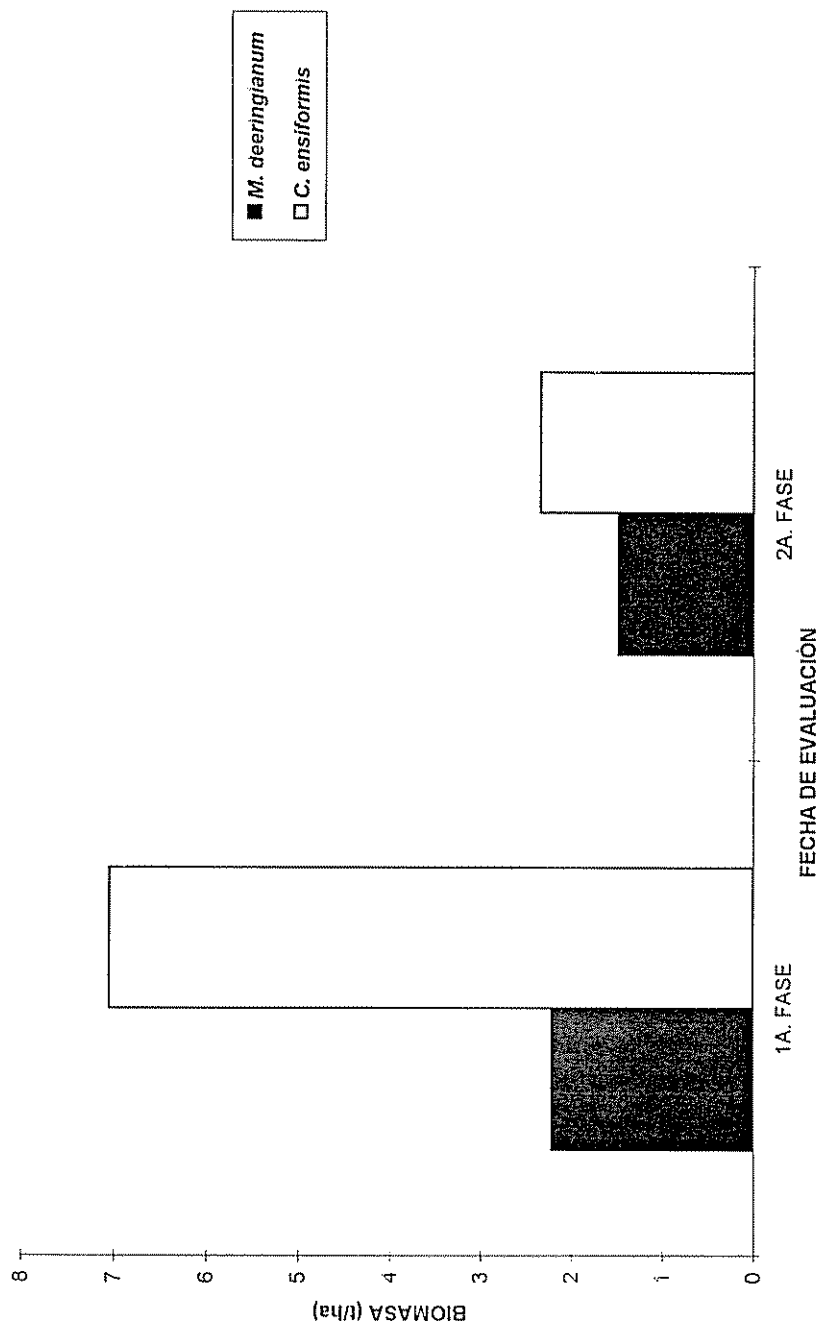


FIGURA 12. Biomasa de leguminosas en ambas fases experimentales

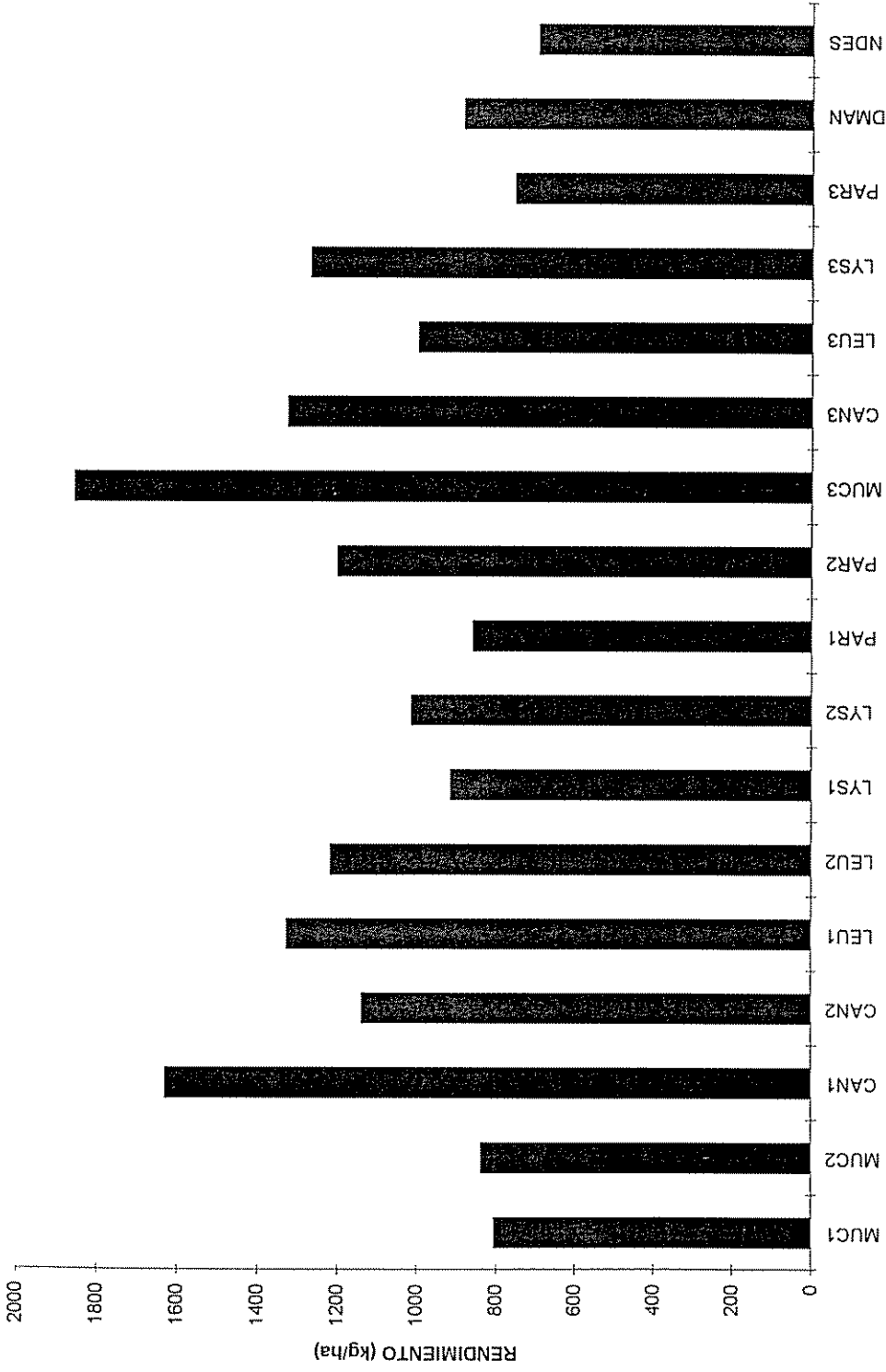
En las subparcelas donde se sembró de nuevo la leguminosa, sobre los residuos de la misma aportados al finalizar la primera fase, hubo problemas en su nuevo establecimiento, no prosperando varias posturas, aún después de hacer una resiembra, reduciéndose en consecuencia el aporte de material orgánico de las leguminosas (Anexo 8 y Fig 12). Aparentemente, pudieron presentarse efectos alelopáticos (autotoxicidad), que inhibieron a las semillas, como se mencionó anteriormente. Aún el maíz en estas parcelas pareció desarrollarse de manera más lenta que en las otras parcelas. Esto, desde luego, requiere mayor investigación, aunque ya en la literatura se encuentran referencias a los posibles efectos alelopáticos de los residuos sobre las nuevas plantas de la misma especie de cobertura (De la Cruz *et al.*, 1994), además que ya se ha demostrado, a nivel de laboratorio, que los lixiviados de material seco de *Mucuna* tienen efecto deletéreo sobre semillas de malezas y de especies cultivadas, incluyendo el maíz (Anaya, 1994).

Rendimiento (grano) y biomasa vegetativa de maíz

1 Rendimiento de grano

Los rendimientos de maíz en grano fueron diferentes para los distintos tratamientos, observándose que el testigo absoluto (maíz sin deshierbe), produjo la cantidad más baja del cereal (692 kg/ha) (Anexo 9 y Fig. 13). El análisis de varianza indicó que entre parcelas principales (grandes) hubo diferencias ($p=0.006$). Para las subparcelas no se encontraron diferencias, ni para la interacción manejo por subparcela. Así, las diferencias encontradas fueron debidas principalmente al manejo dado a la parcela grande.

Los contrastes para la variable rendimiento dentro del grupo de parcelas que fueron trabajadas en la primera fase, indicaron que la única diferencia se dió entre



TRATAMIENTOS

FIGURA 13. Rendimiento de maíz (grano)

Mucuna y *Canavalia* (Cuadro 14). Esto pudo deberse a la mayor acumulación de biomasa en la primera etapa de crecimiento por parte de esta última. El que los otros contrastes no fuesen significativos dentro de este grupo de parcelas no es de extrañar, dado que el terreno es naturalmente fértil durante el primer año de cultivo, sobre todo si el experimento fue establecido en un sitio con vegetación secundaria madura (más de 15 años), lo que es ideal para abrir una nueva parcela, según la experiencia campesina (Brady, 1994).

En el grupo de parcelas originalmente en barbecho, aquéllas con coberturas dieron un mayor rendimiento de grano que los testigos del agricultor (deshierbe manual y químico). Dentro del grupo de coberturas, las parcelas con coberturas vivas produjeron más grano que aquéllas con mantillo de *Leucaena* y *Lysiloma* (Cuadro 14). El que el maíz asociado a leguminosas, sin la presencia de residuos de las mismas, produjese más que el sembrado sobre el mantillo de las coberturas muertas puede explicarse por el efecto benéfico de que en estas parcelas las malezas mantuvieron biomasa y cobertura bajos (como se discutió en el análisis de biomasa y cobertura de malezas), comparados con los otros tratamientos. Esto sería algo por determinarse en los posteriores ciclos de cultivo.

La fertilidad natural de los suelos, por otra parte, puede enmascarar los efectos de los tratamientos. Debe recordarse que en el sistema de r-t-q los problemas empiezan a presentarse a partir del segundo año de cultivo. El mejoramiento del sistema implica que más allá de ese lapso pueda seguirse obteniendo buen rendimiento. Así, si los efectos de las diferentes coberturas son benéficos, esto podrá determinarse con mayor precisión en ciclos de cosecha subsecuentes.

Al comparar las subparcelas dentro de cada parcela grande, los contrastes indicaron diferencias solamente entre MUC3 Y CAN3 ($p= 0.06$) (Cuadro 15). En este caso, el mayor rendimiento se obtuvo para el nescafé asociado al maíz (1852 kg/ha), mientras que para *Canavalia* el valor fue de 1323 kg/ha. La razón más obvia para

ello fue la competencia que el frijol espada ejerció sobre el cultivo, aunque de todas formas la producción obtenida fue alta, dada la disponibilidad de riego. Aunque el desarrollo de la leguminosa no fue tan grande como cuando creció en monocultivo, tuvo algún efecto sobre el rendimiento de grano, mientras que en el caso del nescafé éste sólo empezó a incrementar su abundancia al finalizar el ciclo de cultivo, cuando el maíz estaba senescente, ascendiendo por los tallos de la gramínea.

Cuadro 14. Contrastes para la variable rendimiento de maíz

CONTRASTES	PR F
BARBECHO (1092.12) VS MANEJADAS EN 1A. FASE (1174.50)	0.47
GRUPO PARCELAS MANEJADAS* EN 1A. FASE	
COBERTURAS (1108.07) VS PARAQUAT (1028.35)	0.71
VIVAS (1100.22) VS MUERTAS (1115.92)	0.92
MUCUNA (819.21) VS CANAVALIA (1381.24)	0.01
LEUCAENA (1269.56) VS LYSILOMA (962.28)	0.28
GRUPO PARCELAS EN BARBECHO EN 1A. FASE	
COBERTURAS (1359.93) VS TESTIGOS AGRICULTOR (803.64)	0.02
VIVAS (1588.17) VS MUERTAS (1131.69)	0.04

*El grupo manejadas se refiere a las parcelas que fueron trabajadas con algún tipo de cobertura o con paraquat en la primera fase del experimento. El otro grupo corresponde a las que estuvieron en barbecho, y que en la segunda fase fueron incorporadas al experimento con coberturas. Los números entre paréntesis indican los promedios comparados (ton/ha de grano)

Cuadro 15. Contrastes entre subparcelas para la variable rendimiento de maíz

CONTRASTE	PR F
MUC1 (802.87) VS MUC2 (835.54)	0.89
CAN1 (1626.28) VS CAN2 (1136.20)	0.06
LEU1 (1323.95) VS LEU2 (1215.17)	0.70
LYS1 (912.13) VS LYS2 (1012.43)	0.66
PAR1 (857.83) VS PAR2 (1198.87)	0.15
MUC3 (1852.51) VS CAN3 (1323.84)	0.04
LEU3 (996.06) VS LYS3 (1267.32)	0.27
PAR3 (725.09) VS DMAN (882.20)	0.49

Los números que siguen a cada tratamiento corresponden a la codificación original de tratamientos (Cuadro 2). Los números entre paréntesis indican los promedios comparados

El contraste entre CAN1 y CAN2 permitió visualizar la tendencia de competencia de *Canavalia* con el cultivo, El rendimiento de grano fue mayor para el primer caso (1626 kg/ha), donde el cultivo creció sobre los residuos dejados por la

leguminosa al finalizar la primera fase experimental, en comparación con la parcela que fue resembrada con la leguminosa (1136 kg/ha), en donde compitió directamente con el maíz. Sin embargo, esta diferencia no resultó significativa ($p=0.06$).

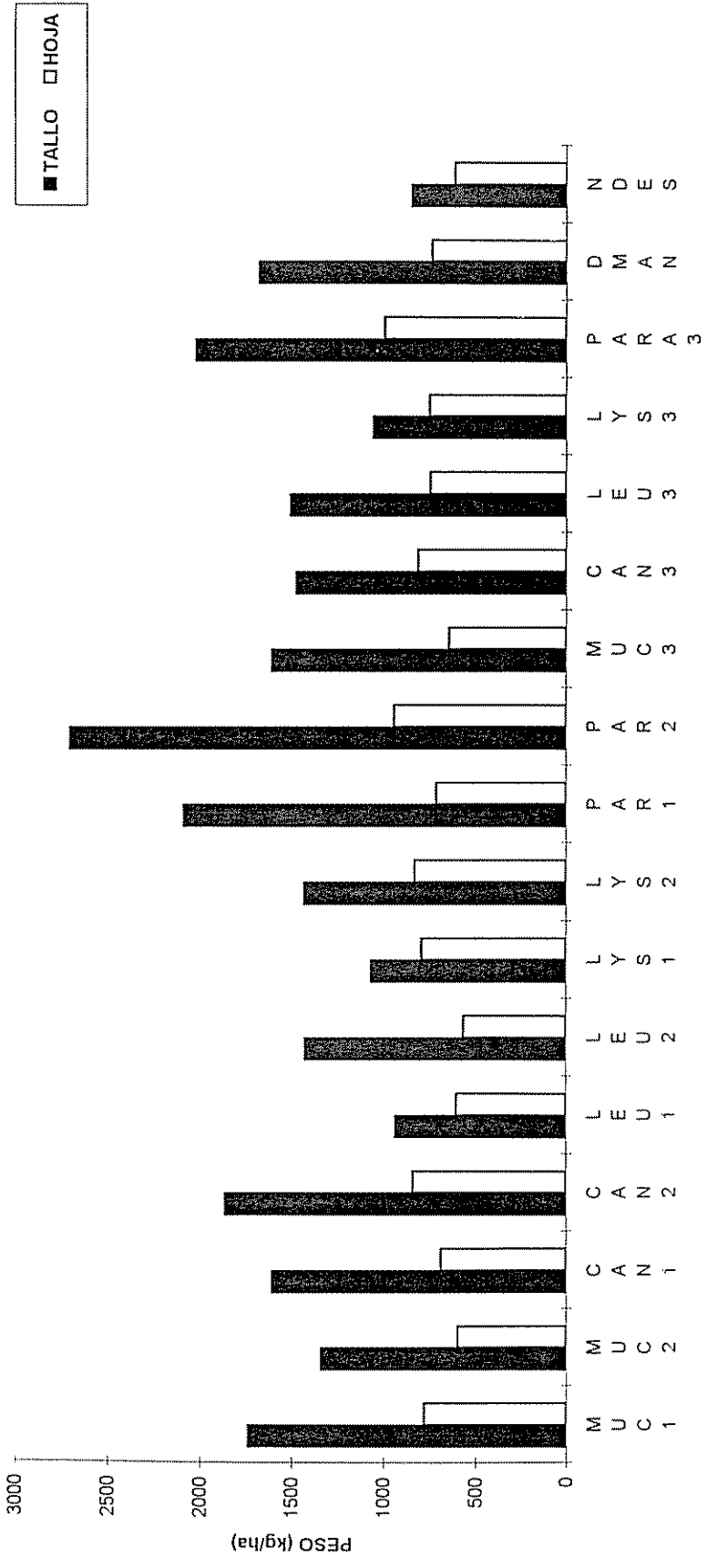
El que las comparaciones entre subparcelas para los otros casos no resultasen significativas, evidenció que ambas se comportaron de la misma forma para la variable de rendimiento de grano, aunque, de nuevo, la fertilidad propia del terreno donde se llevó a cabo este experimento pudo encubrir los efectos esperados.

2. Biomasa vegetativa aérea

Para las otras variables de biomasa vegetativa, tallo y hoja, los contrastes no detectaron diferencias significativas en ningún caso. Es decir, la variedad criolla xnuuc nal se desarrolla bien vegetativamente durante el primer año, por lo que las diferencias en crecimiento no fueron evidentes (Anexo 9 y Fig. 14). A lo largo de evaluaciones subsecuentes, será posible determinar si este crecimiento vegetativo se ve favorecido al mejorar las condiciones de fertilidad, en demérito del rendimiento de grano.

Por otra parte, aunque no se detectaron diferencias entre tratamientos para la biomasa vegetativa, el efecto de una mayor asimilación de nutrimentos por el cultivo pudo constatare indirectamente. Una muestra de los tallos fue analizada en su contenido de N, encontrando un 7% más de proteína en los tratamientos que crecieron sobre residuos de *Leucaena*, principalmente, comparados con maíz manejado de manera tradicional, sin cobertura. Este dato coincidió con el observado en maíz que creció asociado a *Leucaena*, en cultivo en callejones, en otro experimento realizado en la región *.

* Ayala, A. 1995. Universidad Autónoma de Yucatán, México. Com. pers.



TRATAMIENTOS

FIGURA 14. Biomasa vegetativa de maíz

En el caso de la variable hoja, el no encontrar diferencias significativas entre tratamientos condujo a una aparente contradicción: encontrar diferencias en rendimiento entre algunos tratamientos, no obstante que los valores para la variable hoja (responsable en primer término de la capacidad fotosintética del cultivo), no mostraran ser diferentes. La explicación radica en que su evaluación, así como la de las otras variables de maíz, fue hecha al finalizar el ciclo de cultivo, cuando la planta estaba senescente (la costumbre en el estado de Yucatán es secar la mazorca doblando la parte superior de la planta, dejando que la planta se seque en pie). Por lo anterior, se calculó también el Índice de Cosecha, que estima la producción de grano seco, en proporción a la biomasa total producida (Cuadro 16).

CUADRO 16. Índice de cosecha de maíz para los diferentes tratamientos

TRATAMIENTOS*	INDICE DE COSECHA
MUC1	0.26
MUC2	0.27
CAN1	0.38
CAN2	0.31
LEU1	0.36
LEU2	0.34
LYS1	0.36
LYS2	0.32
PAR1	0.27
PAR2	0.27
MUC3	0.40
CAN3	0.36
LEU3	0.30
LYS3	0.34
PAR3	0.20
DMAN	0.30
NDES	0.32

*Codificación de tratamientos según se especificó en el Cuadro 2.

De acuerdo al índice de cosecha, todos los tratamientos presentaron la tercera parte de su biomasa (peso seco) como grano. Quizás en posteriores evaluaciones (ciclos de cultivo subsecuentes), la proporción citada cambie. De hecho, en un primer año de cultivo, las diferencias que pudiesen existir no se manifiestan, por lo general, tan claramente.

CONCLUSIONES

- *Mucuna deeringianum* y *Canavalia ensiformis* presentaron una adaptabilidad manifiesta a las condiciones edáficas y climáticas de la zona henequenera del estado de Yucatán, México.
- El asocio de *M. deeringianum* y *C. ensiformis* con el maíz redujo el desarrollo de las leguminosas, en comparación con el desarrollo de estas especies en monocultivo. Un asocio más temprano parece ser necesario, aunque las desventajas de ello deben evaluarse (necesidad de despuntar las guías de *Mucuna* que toman al maíz como soporte).
- Las coberturas vivas de *M. deeringianum* y *C. ensiformis*, creciendo en monocultivo controlaron eficientemente las malezas, superando a las coberturas muertas de *L. leucocephala* y *L. latisiliquum*. En asocio con el maíz, las coberturas vivas ocuparon el espacio disponible para las malezas, aunque su desarrollo fue menor, por la competencia con el maíz.
- Los residuos de *M. deeringianum* y *C. ensiformis* contribuyeron notoriamente a la reducción de las poblaciones de malezas durante el período crítico de crecimiento del cultivo.
- El mantillo o mulch de *Lysiloma* y *Leucaena*, evitaron el desarrollo de las malezas en los primeros días de colocados sobre el terreno. Posteriormente, al descomponerse las hojas del mulch, y también por su tamaño pequeño, permitieron un mayor desarrollo de las malezas, en comparación con las coberturas vivas de *M. deeringianum* y *C. ensiformis*.

- Los testigos del agricultor (deshierbe manual y químico) manifestaron un buen control de malezas, aunque no aportaron material orgánico como los tratamientos con coberturas vivas o muertas.
- Dado que este trabajo está planteado a más largo plazo, será factible evaluar a futuro los cambios en la composición de especies de malezas, tanto en los tratamientos con coberturas, como en los de aplicación de herbicida.
- El aporte de material orgánico de *C. ensiformis* fue mayor que el de *M. deeringianum*. Sin embargo, la cobertura de ambos en la primera fase experimental alcanzó casi el 100%, por lo que la utilización de ambas especies es factible.
- El aporte de material orgánico por parte de las coberturas vivas favoreció el rendimiento del cultivo, específicamente en el caso de *C. ensiformis*, que aportó aproximadamente 7 t/ha de peso seco en la primera fase experimental
- Los resultados de un año de trabajo en relación al rendimiento de maíz no permiten más que esbozar las ventajas que el uso de las leguminosas tienen sobre aquél. A largo plazo, después de ciclos sucesivos de cultivo, podrá determinarse si el objetivo de la intensificación mediante el uso de coberturas vivas o muertas es factible.
- El permitir periodos más o menos largos de manejo agrícola, con la utilización de *M. deeringianum* y *C. ensiformis*, disminuiría la presión sobre otras tierras en descanso, permitiendo que se contara con mayores reservas de terrenos con vegetación secundaria madura.

RECOMENDACIONES

- Evaluar en el Estado de Yucatán los tiempos de asocio de las leguminosas con el maíz, y los costos inherentes a la asociación temprana o simultánea
- Considerar otras especies de coberturas vivas que también puedan contribuir a un manejo continuo de las tierras cultivadas. Una de tales especies es *Arachis pintoi*.
- Utilización de variedades híbridas que permitan traducir en rendimiento de grano los efectos fertilizantes de las especies asociadas.
- La utilización de *L. leucocephala* y *L. latisiliquum* debe promoverse por su abundancia en la zona. Además, se requiere desarrollar el cultivo de estas especies arbóreas de leguminosas, para poder contar con material fácil de transportar a las parcelas donde será aplicado
- Además de las especies arbóreas utilizadas en este experimento (*Leucaena leucocephala* y *Lysiloma latisiliquum*) otras leguminosas deben evaluarse, pues en Yucatán existe una amplia gama de ellas. Una de las especies promisorias es *Enterolobium cyclocarpum* (Pich, en maya).
- Se hace necesario determinar la conveniencia del barbecho después de períodos continuos de siembra en un mismo terreno. Ello, considerando que el proceso de regeneración de la vegetación natural es el único que garantiza la recuperación de los elementos minerales que se pierden durante el cultivo.
- Desarrollar metodologías de experimentación que se adapten a las condiciones particularmente heterogéneas de la zona henequenera de Yucatán, específicamente en relación a la pedregosidad y variabilidad de los suelos.

BIBLIOGRAFIA

- AKOBUNDU, I.O. 1983. No-tillage weed control in the tropics. In I.O. Akobundu; A.E. Deutsch (Eds) No-Tillage Crop Productions in the Tropics (6-7 august, 1981. Monrovia, Liberia). Proceedings. International Plant Protection Center, Oregon State University, Corvallis, OR, U.S.A. 32-44 p.
- _____. 1992. Weed science in the tropic. Academic Press, New York. 522 pp
- ALDUNATE, J. 1984. Establecimiento y manejo de frijol terciopelo (*Mucuna* sp. L.) como cobertura viva para el combate de malezas en maíz (*Zea mays* L.). Turrialba (San José, Costa (C.R.)/Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Turrialba, (C.R.)
- ALTIERI, M.A. 1988. The impact, uses and ecological role of weeds in agroecosystems. In M.A. Altieri; M. Liebman (Eds) Weed Management in Agroecosystems: Ecological Approaches. Chapter 1. CRC Press, Florida, U.S.A. 1-6 p.
- _____; LIEBMAN, M. 1986. Insect, weed and plant disease management in multiple cropping systems. In Ch. Francis (Ed) Multiple Cropping Systems, Macmillan Publishing Company, New York 183-218 p.
- _____; _____ 1988. Weed management: ecological guidelines. In M.A. Altieri; M. Liebman (Eds) Weed Management in Agroecosystems: Ecological Approaches. Chapter 19. CRC Press, Florida, U.S.A. 331-337 p.
- ANAYA, A.L. 1993. La actividad biológica de *Canavalia ensiformis* y *Stizolobium pruriens* como especies controladoras de arvenses dentro de agroecosistemas tropicales sostenibles. Informe. Laboratorio de Ecología Química, Instituto de Fisiología Celular, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. s.p.
- _____; RAMOS, L.; CRUZ-ORTEGA, R.; HERNÁNDEZ, J.; NAVA, V. 1987. Perspectives on allelopathy in mexican traditional agroecosystems: a case study in Tlaxcala. Journal of Chemical Ecology 13.2083-2101
- ANDERSON, W.P. 1983. Weed science principles. 16-25 p
- ANDREWS, D.J.; KASSAM, A.H. 1976. The importance of multiple cropping. R. Papendich et al (Eds) ASA Special Publication. No. 27 s.p.

- ARÉVALO, J.; JIMENEZ-OSORNIO, J. 1988. Nescafé (*Stizolobium pruriens* (L.) Medic. var. *utilis* Wall ex Wightt) como un ejemplo de experimentación campesina en el trópico húmedo mexicano. In S. del Amo (Ed). Cuatro estudios sobre sistemas tradicionales. Instituto Nacional Indigenista, México. p. 75-89.
- ARIAS, L.M. 1980. La producción milpera actual en Yaxcabá, Yucatán. In E. Hernández X. (Ed). Seminario Sobre Producción Agrícola en Yucatán. Colegio de Postgraduados de Chapingo, México. p. 259-302.
- _____. 1992. El proyecto dinámica de la milpa en Yucatán. In D. Zizumbo, Ch. Rasmussen, L.M. Arias, S. Terán. (Eds). La Modernización de la Milpa en Yucatán: Utopía o Realidad III. Racionalidad Tecnológica e Innovaciones. p. 195-202.
- ARRIAZA, N. 1995. Conservación de suelos en ladera en cultivo en callejones, coberturas vivas y muertas en el sistema frijol-maíz. Tesis Mag. Sci. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 120 p.
- BANDY, D.; GARRITY, D.; SÁNCHEZ, P. 1994. El problema mundial de la agricultura de tala y quema. Agroforestería en las Américas (C.R.) 1(3):14-20.
- BARRERA, A.; GÓMEZ-POMPA, A.; VÁZQUEZ-YANES, C. 1977. El manejo de las selvas por los mayas. *Biótica* 2:47-61.
- BAYLISS-SMITH, T.P. 1982. The ecology of agricultural systems. Cambridge University Press. Cambridge. pp. 112.
- BRADY, N.C. 1994. Alternatives to slash-and-burn: a global imperative. In P. Sánchez; H. van Houten Eds). Alternatives to Slash-and-Burn Agriculture. Symposium ID-6. 15th International Soil Science Congress (1994. Acapulco, México). International Centre for Research in Agroforestry and International Society of Soil Science. Nairobi, Kenya. p. 3-13.
- BUCKLES, D. 1993. La revolución de los abonos verdes. *Pasos (Méx.)* 5:30-33.
- _____. 1994. El frijol terciopelo: una planta "nueva" con historia. CIMMYT, México, D.F. Documento Interno. 26 p.
- _____; PONCE, I.; SAÍN, G.; MEDINA, G. 1992. Tierra cobarde se vuelve valiente: el uso y difusión del frijol de abono (*Mucuna deeringiana*) en las laderas del litoral atlántico de Honduras. CIMMYT, México, D.F. 35 p.

- BUCKLES, D ; BARRETO, H. 1994. Aumentando la sustentabilidad de los sistemas de agricultura migratoria con leguminosas de cobertura: consideraciones técnicas y socioeconómicas. In Taller sobre las políticas para una agricultura sustentable en la sierra de Los Tuxtlas y Santa Marta, Veracruz (3-4 de marzo, 1994. Veracruz, Veracruz, México) p. 123-138.
- BUSCHBACHER, R. 1986. Tropical deforestation and pasture development. *BioScience (USA)* 36 (1):22-28.
- CAAMAL, J.A. 1985. Algunos aspectos ecológicos de un sistema agrícola de policultivo en una zona tropical húmeda. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 88 pp.
- CALVINO, M. 1952. Plantas forrajeras tropicales y subtropicales. Ediciones Agrícolas Trucco. México, D.F. p. 193-205.
- CHACÓN, E.; GLIESSMAN, S. R. 1982. The use of the "nonweed" concept in traditional tropical agroecosystems of southeastern Mexico. *Agroecosystems* 8(1):1-11.
- CHAVARRÍA, R. s.f. Efecto del mulch de cuatro especies de leguminosas arbóreas en el control de malezas y conservación de humedad del suelo en un cultivo de frijol. Inédito
- CHOTO DE CERNA, C.; MONTENEGRO, T.; SAÍN, G.; BORBÓN, E. 1993. Factibilidad económica de intercalar una leguminosa en el sistema maíz-frijol predominante Bolaños, G. Sain, R. Urbina, H. Barreto (Eds). Síntesis de Resultados Experimentales del PRM 1992, Vol. 4 (1993) p. 157-162.
- COE, M., FLANNERY, K. 1981. Microenvironments and mesoamerican prehistory. In J. Graham (De) *Ancient Mesoamerica. Selected Readings* Peek Publications, U.S.A. (2a) 25-33 p
- CONTRERAS, C., MAZZARINO, M.J.; JIMÉNEZ, M.; MERAYO, A. 1989. Estudio del efecto del mulch de *Inga densiflora* en el control de malezas y conservación de humedad del suelo. Informe CIID. Nr. 9 10 1.
- COUSENS, R.; MOSS, S.R. 1990. A model of the effects of cultivation on the vertical distribution* of weed seed within the soil. *Weed research* 30:61-70
- DAVIS, J.; WOOLLEY, J., MORENO, R. 1986. Multiple cropping with legumes and starchy roots. In Ch. Francis (Ed). *Multiple Cropping Systems*. Macmillan Publishing Company, New York. 133-160 p.

- DE LA CRUZ, R. 1992. Las coberturas vivas como ayuda en el manejo de malezas. In IV Congreso Internacional de Manejo Integrado de Plagas (20-24 de abril, 1992. Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras). 116 p.
- s.f. CATIE: 10 años de investigación en coberturas. Manejo de malezas y sostenibilidad. CATIE, Proyecto RENARM. Turrialba, Costa Rica. Inédito. 9 p.
- DENSLOW, J.S. 1988. The tropical rainforest seeding. In J.S. Denslow, C. Padoch (Eds). The Tropical Rainforest. University of California Press. 25-36 p.
- DOMINGUEZ, J.A. 1990. Leguminosas de cobertura en cacao *Theobroma cacao* L. y pejibaye *Bactris gassipaes* H.B.K. Tesis Mag. Sci. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 85 p.
- DOMINGUEZ, A.; DE LA CRUZ, R. 1990. Competencia nutricional de *Arachis pinto* Pinto como cultivo de cobertura durante el establecimiento de pejibaye *Bactris gasipaes* H.B.K. Manejo Integrado de Plagas (C.R.) 18:1-7.
- DUCH, J. 1992. Condicionamiento ambiental y modernización de la milpa. In D. Zizumbo, Ch. Rasmussen, L.M. Arias, S. Terán (Eds). La Modernización de la Milpa en Yucatán: Utopía o Realidad. II. Ambiente y Recursos Genéticos. p 81-96.
- DUTILLEUL, P. 1993. Spatial heterogeneity and the design of ecological field experiments. Ecology 74 (6) 1646-1658.
- ESCÁRZAGA, E. 1987. Determinación del potencial alelopático del "nescafé" (*Stizolobium pruriens* (L) Medic var *utilis* Wallex Wight) sobre cinco cultivos y tres malezas. Tesis licenciatura. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, Campus Querétaro. Querétaro, Méx. 81 p.
- ESPINOSA-GARCIA, F.; DIAZ-PÉREZ, R. s.f. El uso campesino de las plantas arvenses (malezas de cultivos) como forraje en algunas zonas del Valle de México. En prensa.
- EWEL, J. 1971. Biomass changes in early tropical succession. Turrialba 21:110-112.
- EZUMAH, H.C. 1983. Agronomic considerations of no-tillage farming. In I.O. Akobundu, A.E. Deutsch (Eds). No-tillage Crop Production in the Tropics Symposium (6-7 agosto, 1983. Monrovia, Liberia). International Plant Protection Center, Oregon State University, Corvallis, OR, USA. 102-110 p.

- FLORES, M. 1989. Utilización del frijol terciopelo *Mucuna pruriens* por los agricultores de las aldeas del Departamento de Cortés, Honduras, para la producción de maíz. In M. Bolaños e I. Bolaños (eds) I Simposio sobre tecnología apropiada y agricultura biológica para un desarrollo rural alternativo (26-28 julio, 1989 Universidad de Costa Rica, Sede Regional del Atlántico, Turrialba, C.R.) Memorias. CIDICCO San José, C.R. p. 53-57
- FRANCIS, C. 1986 Multiple cropping systems Macmillan Publishing Company, New York. 383 pp.
- FROUD-WILLIAMS, R. J. Changes in weed flora with different tillage and agronomic management systems. In M.A. Altieri, M. Liebman (Eds) Weed Management in Agroecosystems Ecological Approach. Chapter 13. CRC Press, Florida, U.S.A. 213-236 p.
- GARCIA, E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Universidad Nacional Autónoma de México México, D.F. s.p.
- GLIESSMAN, S.R.; GARCIA, E.R.; AMADOR, M. 1981 The ecological basis for the application of traditional agricultural technology in the management of tropical agroecosystems. *Agro-Ecosystems* 7:173-185.
- GONZÁLEZ-CHAVEZ, M.C.; FERRERA-CERRATO, R.; GARCÍA, R. 1990. VA mycorrhizae in a sustainable agro-ecosystem in the humid tropics of Mexico. In Eight North American Conference on Mycorrhizae (1990. Jackson, Wyoming, U.S.A.) Proceedings. Wyoming, U.S.A. p. 120
- GORDÓN, R.; DE GRACIA, N.; FRANCO, J.; GONZALEZ, A.; BOLAÑOS, J. 1993. Asocio de maíz con *Canavalia* a distintas épocas y arreglos de siembra en Azuero, Panamá. In J. Bolaños, G. Sain, R. Urbina, H. Barreto (Eds) Síntesis de resultados experimentales del PRM 1992, Vol. 4 (1993), CIMMYT-PRM, Guatemala p. 102-105
- GRANADOS, N.; GARCIA, R. 1992. La rotación nescafé-maíz, un sistema productivo, ecológico y sostenible. Serie Agroecología Tropical. Folleto técnico No. 1. CEICADES, Programa de Agroecología Tabasco, México. 30 p.
- GLIESSMAN, S.R. 1981. Aspectos ecológicos de las prácticas agrícolas tradicionales en Tabasco, México. *Biótica* (México) 5(3). 93-101
- GLIESSMAN, S.R.; GARCIA, E.R.; AMADOR, A.M. 1981 The ecological basis for the application of traditional agricultural technology in the management of tropical agroecosystems. *Agroecosystems* 7:173-185.
- GÓMEZ-POMPA, A. 1984. La función protectora y los servicios de los bosques: del problema de la deforestación en el trópico. IX Congreso Forestal Mundial (1-12, julio México, D.F.) Documento Básico. México, D.F.

- GÓMEZ-POMPA, A, VÁZQUEZ-YANES, C.; GUEVARA, S 1972. The tropical rainforest: a nonrenewable resource. *Science* 17:752-765.
- GUTTERIDGE, R.C.; SHELTON, H.M 1993. The scope and potential of tree legumes in agroforestry. In L. Krishnamurty, P.K.R. Nair, R. Latt (Eds). *Directions in Agroforestry: a Quick Appraisal*. International Conference (24-28 agosto, 1992. Centro de Agroforestería para el Desarrollo Sostenible, Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo, México). Kluwer Academic Publishers, USA. 177-194 p.
- HAMMOND, N. 1981. The myth of the milpa: agricultural expansion in the maya lowlands. In J. Graham (Ed). *Ancient Mesoamerica. Selected Readings*. Peek Publications, U S A (2a) p. 131-138
- HARRIS, D. 1978. The agricultural foundations of lowland maya civilization: a critique. In A. González (Ed). *Agroecosystems of Mexico. Environmental Studies. No 127*. The University of New Mexico Press. p. 22-33.
- HART, R. 1986. Ecological framework for multiple cropping research. In Ch. Francis (Ed). *Multiple Cropping Systems*. Macmillan Publishing Company, New York, USA. 40-56 p.
- HARWOOD, R. 1994. Agronomic alternatives to slash-and-burn in the humid tropics. In P. Sánchez, H. van Houten (Eds). *Alternatives to Slash-and-Burn Agriculture. Symposium ID-6, 15th International Soil Science Congress (1994 Acapulco, México)*. International Centre for Research in Agroforestry and International Society of Soil Science, Nairobi, Kenya. 92-105 p.
- HERNÁNDEZ X., E. 1985. La agricultura en la Península de Yucatán. In E. Hernández X (Ed). *Xolocotzia. Obras de Efraim Hernández Xolocotzi Tomo I*. Universidad Autónoma de Chapingo, México. 371-409 p.
- HERNÁNDEZ, X.E. 1992. Racionalidad tecnológica del sistema de producción agrícola de roza-tumba-quema en Yucatán. In D. Zizumbo, Ch. Rasmussen, L.M. Arias, S. Terán (Eds). *La Modernización de la Milpa en Yucatán. Utopía o Realidad. III. Racionalidad Tecnológica e Innovaciones*. p. 187-194.
- HOLT, J. 1987. Interactions of weeds and crop plants. In *Organic Farming Training Conference (october, 1986. University of California, Riverside)*. Proceedings. University of California, Riverside U S A p. 87-89
- ICRAF, 1994. Alternatives to slash and burn. A global initiative. International Centre for Research in Agroforestry, Nairobi, Kenya. s p

JIMÉNEZ-OSORNIO, J. s.f. Potential use of weeds related to soil management in agroecosystems. Inédito

_____. 1993. Mejoramiento de la calidad de vida en la zona henequenera de Yucatán mediante sistemas de producción agrosilvícolas. Informe del Programa de Manejo y Conservación de Recursos Naturales Tropicales, Universidad Autónoma de Yucatán. Mérida, Yucatán, México. 22 p.

JUO, A.S.R.; MANU, A. 1994. Chemical dynamics in slash-and-burn agriculture. In P. Sánchez; H. van Houten (Eds). Alternatives to slash-and-burn agriculture. Symposium ID-6. 15th International Soil Science Congress (1994. Acapulco, México). International Centre for Research in Agroforestry and International Society of Soil Science, Nairobi, Kenya. 62-76.

KANG, B.T. 1993. Alley cropping: past achievements and future directions. In L. Krishnamurthy, P.K.R. Nair, C.R. Latt (Eds). Directions in agroforestry: a quick appraisal. International Conference (24-28 agosto, 1992. Centro de Agroforestería para el Desarrollo Sostenible, Universidad Autónoma de Chapingo, Chapingo, México). Proceedings. Kluwer Academic Publishers. USA. 141-156 p.

KASS, D.F.; ARAYA, J.F. 1987. Alley cropping with *Gliricidia sepium* (Jacq.) Walp. management and improvement. CATIE workshop. Junio 21-27, 1987, Turrialba, C.R.

_____, BARRANTES, A.; BERMÚDEZ, W.; CAMPOS, W.; JIMÉNEZ, M.; SANCHEZ, J. 1989. Resultados de seis años de investigación de cultivo en callejones (alley cropping) en "La Montaña", Turrialba, Costa Rica. El Chasqui 19:5-24.

KASS, D.F., FOLETTI, C.; SZOTT, L.T.; LANDAVERDE, R.; NOLASCO, R. 1993. Traditional fallow systems of the Americas. In L. Krishnamurthy, P.K.R. Nair, C.R. Latt (Eds). Directions in Agroforestry: a Quick Appraisal. International Conference (24-28 agosto, 1992. Centro de Agroforestería para el Desarrollo Sostenible, Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo, México). Proceedings. Kluwer Academic Publishers, USA. 207-218.

KIRCHHOFF, P. 1981. Mesoamerica: its geographic limits, ethnic composition and cultural characteristics. In J. Graham (Ed). Ancient Mesoamerica Selected Readings. Peek Publications, U.S.A. (2a). 1-10 p.

KLINGMAN, G.; ASHTON, F. 1980. Estudio de las plantas nocivas. Principios y prácticas. Limusas (1a). 34-57 p.

LAL, R. 1984. Soil erosion from tropical arable lands and its control. Advances in Agronomy. Vol. 37. Academic Press, New York. s.p.

- LAMBERT, J.D.H., BRUBACHER, D., ARNASON, J.T. 1990. Nutrient mobility in a shifting cultivation system, Belize, Central America. In S. Gliessman (Ed) *Agroecology: Researching the Ecological Basis for Sustainable Agriculture*. Springer-Verlag, New York. p. 122-129.
- LANINI, T. 1987. Organic methods of weed control. In *Organic Farming Training Conference* (October, 1986. Proceedings. University of California, Riverside). University of California, Riverside, U.S.A. p. 90.
- LARA, P.; CARVAJAL, J.; HURTADO, W.; MAZA, A. 1994. Evaluación agronómica de leguminosas forrajeras en la región oriente de Yucatán. *Horticultura y Ganadería Tropical* (Méx.) III(7):3-11.
- LATHWELL, D. 1990. Legume green manures. Principles for management based on recent research. *TropSoils Bulletin*. Soil Management Collaborative Research Support Program, North Carolina State University, Raleigh, NC, U.S.A. No. 90-01. p. 1-30.
- LETORNEAU, D. 1990. Two examples of natural enemy augmentation: a consequence of crop diversification. In S. Gliessman (Ed) *Agroecology: Researching the Ecological Basis for Sustainable Agriculture*. Springer-Verlag, New York. 11-29 p.
- LEVY, S.; HERNÁNDEZ, X. E. 1992. La sucesión secundaria y su manejo en el sistema roza-tumba-quema. In D. Zizumbo, Ch. Rasmussen, L.M. Arias, S. Terán (Eds) *La Modernización de la Milpa en Yucatán: Utopía o Realidad. III. Racionalidad Tecnológica e Innovaciones*. p. 203-214.
- LIEBMAN, M. 1988. Ecological suppression of weeds in intercropping systems: a review. In M.A. Altieri, M. Liebman (Eds). *Weed Management in Agroecosystems. Ecological Approaches*. Chapter 12. CRC Press, Florida, U.S.A. 197-212 p.
- LOPEZ, G.; ZEA, J.L.; FUENTES, M.; PEREZ, J.; GORDÓN, R.; MENDOZA, C.; BOLAÑOS, J. 1993. Respuesta del maíz a la siembra intercalada con *Canavalia* a distintas épocas y densidades. In J. Bolaños, G. Sain, R. Urbina, H. Barreto (Eds) *Síntesis de resultados experimentales del PRM 1992, Vol. 4 (1993)*. CIMMYT-PRM, Guatemala. p. 97-101.
- _____, RIVERA, S.; LOZANO, S.; DE LICONA, S.; BOLAÑOS, J. Respuesta del maíz al asocio con *Mucuna* en Yoro, Honduras, 1992. In J. Bolaños, G. Sain, R. Urbina, H. Barreto (Eds) *Síntesis de resultados experimentales del PRM 1992, Vol. 4 (1993)*. CIMMYT-PRM, Guatemala. p. 111-113.
- MANU, A. 1995. Informe preliminar de análisis de suelos de parcela experimental PROTRÓPICO. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Autónoma de Yucatán.
- MARIACA, R. 1992. El papel de la fertilidad del suelo en el sistema roza-tumba-quema. In D. Zizumbo, Ch. Rasmussen, L.M. Arias, S. Terán (Eds). *La Modernización de la Milpa en Yucatán: Utopía o Realidad. III. Racionalidad Tecnológica e Innovaciones*. p. 215-226.

- MEDELLIN, S. 1994 Bases de ordenación ecológica campesina para el establecimiento de un programa de labranza mínimas en Sahcabá, Municipio de Hocabá, Yucatán Universidad Autónoma de Yucatán, México 1-19 Inédito
- MEDINA, J ; DOMINGUEZ, J, MONDRAGON, G. 1992 Biología y manejo de la maleza: manual de prácticas Universidad Autónoma de Chapingo Departamento de Parasitología Agrícola
- MERINO, C ; CRUZ, R ; PIAGGIO, G., PAREJA, M 1992. Comportamiento ecológico del banco de semillas de malezas bajo condiciones del trópico húmedo Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) (24-25):8-17.
- MORENO, H.S 1978. Dinámica social de la cultura del potrero en Panamá. Tropical Ecology 19 (2) 209-217.
- MYERS, 1980. The hamburger's connection s p
- NARVÁEZ, G ; PAREDES, E 1994. El picappica (*Mucuna pruriens*) más que un abono verde para maíz en el norte del istmo oaxaqueño. Universidad Autónoma Chapingo. Dirección de Centros Regionales. Centro Regional Universitario Sur, Oaxaca de Juárez, Oaxaca, México. 28 p.
- NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES 1978 Plantas nocivas y cómo combatirlas. Vol. 2 Control de plagas de plantas y animales. Limusa (1a) 28-39 p
- _____. 1979 Tropical legumes: resources for the future. AID. p 131-133, 292-304
- NATIONS, J.D., NIGH, R.B. 1980. The evolutionary potential of lacandon maya sustained-yield tropical forest agriculture Journal of Anthropological Research 36 (1) 1-30
- NEUGEBAUER, B. 1993 Agri-cultura ecológicamente apropiada. Manual de metodología para la promoción de una agri-cultura ecológica DSE. Arboles para el Pueblo pp 63-72, 97-106 de Maíz y Trigo p. 105-116
- OBANDO, L. 1987. Potencial alelopático de *Gliricidia sepium* (Jacq) Steud sobre los cultivos de maíz y frijol y las malezas predominantes. Tesis Mag. Sci CATIE, Turrialba, Costa Rica. 115 p.
- OKA, I.N., PIMENTEL, D 1976. Herbicide (2,4-D) increases insect and pathogen pests on corn Science 193 239-240
- OVERGAARD, H. 1993. The establishment of a tree nursery in Yucatan, Mexico The promotion of an age old mayan subsistence tree. Thesis M. S., Institute of Forestry, Agricultural University of Norway, As, Norway. 109 pp.

- PALERM, A. 1981. The agricultural basis of urban civilizations in Mesoamerica. In J. Graham (Ed). *Ancient Mesoamerica. Selected Readings*. Peek Publications, U.S.A. (2A). 101-116 p.
- PARSONS, J.J. 1976. Forest to pasture: development or destruction. *Revista de Biología Tropical* 24:120-131.
- PATRIQUIN, D.G. 1988. Weed control in organic farming systems. In M.A. Altieri; M. Liebman (Eds). *Weed Management in Agroecosystems: Ecological Approach*. Chapter 17. CRC Press, Florida, U.S.A. 303-318 p.
- PAYNE, B. 1982. A summary of the panel discussion on MAB in southeast Asia in the eighties. *Ecological Basis for Rational Resource Utilization in the Humid Tropics of South East Asia*. pp. 181-185.
- PETIT, J. 1994. *Arboles y arbustos forrajeros*. Instituto Forestal Latinoamericano. Mérida, Venezuela. 119-138 p.
- PIPER, C.V.; MORSE, W.J. s.f. The velvet bean. U.S. Department of Agriculture. *Farmers' Bulletin* 1276 U.S.A. p. 1-27.
- POWER, A. 1990. Cropping systems, insect movement and the spread of insect-transmitted diseases in crops. In S. Gliessman (Ed). *Agroecology. Researching the Ecological Basis for Sustainable Agriculture*. Springer-Verlag, New York. 47-69 p.
- QUIROGA, R. 1993. Uso de los abonos verdes en la depresión central de Chiapas. In D. Buckles (Ed). *Gorras y Sombreros. Caminos hacia la Colaboración entre Técnicos y Campesinos. Taller sobre los Métodos Participativos de Investigación y Extensión Aplicados a las Tecnologías Basadas en Abonos Verdes* (1-4 marzo, 1993. Catemaco, Veracruz, Méx.) *Memorias*. Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo, México, D.F. p. 105-116.
- RAMAKRISHNAN, P.S. 1988. Successional theory: implications for weed management in shifting agriculture, mixed cropping and agroforestry systems. In M. A. Altieri; M. Liebman (Eds). *Weed Management in Agroecosystems: Ecological Approaches*. Chapter 11. CRC Press, Florida, U.S.A. 183-196 p.
- RAO, V.S. 1983. Principles of weed science. p. 10-21.
- RIPPIN, M. 1991. Alley-cropping and mulching with *Erythrina poeppigiana* (Walpers) O.F. Cook and *Gliricidia sepium* (Jacq.) Walp.: effects on maize/weed competition and nutrient uptake. *Diplom Agraringenieus* Wilhelms Universität, Bonn. 82 p.
- ROBERTS, H.A. 1981. Seed banks in soils. *Advances in Applied Biology* 6:1-55.
- ROMANINI, C. 1979. *Agricultura tropical en tierras ganaderas. Alternativas viables*. Instituto Nacional Indigenista. México, D.F. 103 p.

- RUTHENBERG, H. 1980. Farming systems in the tropics. Clarendon Press Oxford (3a) 424 p.
- SAÍN, G.; PONCE, I.; BORBÓN, E. 1993. Rentabilidad del sistema de abonera en el litoral atlántico de Honduras. In J. Bolaños, G. Sain, R. Urbina, H. Barreto (Eds). Síntesis de resultados experimentales del PRM 1992, vol 4 (1993), CIMMYT-PRM, Guatemala. p. 146-156.
- SÁNCHEZ, H. 1993. Comportamiento de leguminosas de cobertura en el establecimiento de plátano (*Musa* AAB grupo, subgrupo plátano, c.v. Curraré). Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 72 p.
- SÁNCHEZ, P.A. 1977. Soil management under shifting cultivation. In P.A. Sánchez (Ed). A Review of Soils Research in Tropical America Technical Bulletin. No. 219 North Carolina State University, Raleigh, U.S.A.
- SANDERS, W. T. 1981. Cultural ecology of nuclear Mesoamerica. In J. Graham (Ed) Ancient Mesoamerica. Selected Readings. Peek Publications, U.S.A. (2a) 35-44 p.
- SHEPHERD, K. s.f. Soil sampling and sample preparation. In ICRAF-IDRC Technician Training Course on "Field Experimental Methods and Data Collection for Agroforestry Research" (2-27 november, 1992, Machakos, Kenya) Notes pp. 1-41.
- SKERMAN, P.J., CAMERON, D.G.; RIVEROS, F. 1991. Leguminosas forrajeras tropicales. Colección FAO: producción y protección vegetal. No. 2. p. 2-33.
- SRISAWAS, N. 1982. An overview of shifting cultivation in Thailand. Ecological Basis for Rational Resource Utilization in the Humid Tropics of South East Asia. pp. 161-166.
- STAVRAKIS, O. s.f. Ancient maya agriculture and future development. Agriculture and culture. s.p.
- TERÁN, S. 1992. La modernización de la milpa yucateca: utopía o realidad. In D. Zizumbo, Ch. Rasmussen, L.M. Arias, S. Terán (Eds). La Modernización de la Milpa en Yucatán. Utopía o Realidad. Introducción. p. 21-25.
- _____, RASMUSSEN, H. 1992. La milpa bajo roza-tumba-quema en el siglo XVI. In D. Zizumbo, Ch. Rasmussen, L.M. Arias, S. Terán (Eds). La Modernización de la Milpa en Yucatán. Utopía o Realidad. I Aspectos Históricos. p. 29-54.

- TRENBATH, B.R., CONWAY, G.R.; CRAIG, I.A. 1990. Threats to sustainability in intensified agricultural systems analysis and implications for management. In S. Gliessman (Ed) *Agroecology. Researching the Ecological Basis for Sustainable Agriculture*. Springer-Verlag, New York p. 337-365.
- TURNER II, B.L.; DOOLITTLE, W. 1978. The concept and measure of agricultural intensity. In A. González (Ed) *Agroecosystems of Mexico Environmental Studies*. No. 127. The University of New Mexico Press p. 264-266.
- _____ ; HARRISON, P. 1978. Implications from agriculture for maya prehistory. In A. González (Ed). *Agroecosystems of Mexico. Environmental Studies*. The University of New Mexico Press. No. 127. p. 298-334.
- VALLADARES, C.; SAIN, G. 1993. Análisis económico de introducir una leguminosa en el sistema de producción de maíz en el municipio de San Diego, Zacapa, Guatemala. In J. Bolaños, G. Sain, R. Urbina, H. Barreto (Eds). *Síntesis de Resultados Experimentales del PRM 1992, Vol. 4 (1993), CIMMYT-PRM, Guatemala*. p. 163-166.
- VALLEJOS, R.; DE LA CRUZ, R.; MERAYO, A. 1993. Establecimiento y adaptación de coberturas vivas en el cultivo de café. *Manejo Integrado de Plagas (C.R.)* 28: 26-29
- VANDERMEER, J. 1989. *The ecology of intercropping*. Cambridge University Press, Cambridge (la) 84-85, 86-89 p
- VILLERS, L.; LOPEZ, R.; BARRERA, A. 1981. La unidad de habitación tradicional campesina y el manejo de los recursos bióticos en el área maya yucatanense. *Biótica (Méx.)* 6(3): 293-323
- WARNER, K. 1991. *Shifting cultivators. Local technical knowledge and natural resource management in the humid tropics*. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome. 80 pp.
- WARREN, G.F. 1983. Technology transfer in no-tillage crop production in third world agriculture. In I.O. Akobundu, A.E. Deutsch (Eds). *No-tillage Crop Production in the Tropics Symposium (6-7 agosto, 1981. Monrovia, Liberia)*. International Plant Protection Center, Oregon State University, Corvallis, OR, USA. 25-31 p.
- WILSON, G.F.; AKAPA, K.L. 1983. Providing mulches for no-tillage cropping in the tropics. In I.O. Akobundu, A.E. Deutsch. (Eds). *No-tillage Crop Production in the Tropics. Symposium (6-7 agosto, 1981. Monrovia, Liberia)*. International Plant Protection Center, Oregon State University, Corvallis, OR, USA. 51-65 p.

- WILSON, R. G. 1988. Biology of weed seeds in the soil. In M. A. Altieri, M. Liebman (Eds). *Weed Management in Agroecosystems: Ecological Approaches* Chapter 3. CRC Press, Florida, U S A 25-40 p.
- WISEMAN, F. 1978. Agrucultural and historical ecology of the maya lowlands. In A. González (Ed). *Agroecosystems of Mexico. Environmental Studies* No. 127. The University of New Mexico Press. p. 121-147.
- YANG-HAN, L. 1983. Ecological functions and integrated control of farm and garden weeds in mainland China. In R. D. Williams (Ed) *Communication of Weed Science Technologies in Developing Countries* (10 february, 1983 St. Louis, Missouri, U S A). Proceedings International Plant Protection Center, Oregon State University, Corvallis, Oregon, U S A 49-57 p.
- YOST, R.; EVANS, D., SAIDY, N. 1985. Tropical legumes for N production growth and N content in relation to soil pH. *Tropical Agriculture (Trinidad)* 62(1):20-24.
- ZIMDAHL, R. 1979. Weed-crop competition. A review. International Plant Production Center, Oregon State University, U S A 197 p.
- _____ 1988. The concept and application of critical weed-free period. In M.A. Altieri, M. Liebman. *Weed Management in Agroecosystems. Ecological Approaches* Chapter 9. CRC Press, Florida, U S A. 145-155 p.
- ZIZUMBO, D. 1992. Prefacio. In D. Zizumbo, Ch. Rasmussen, L.M. Arias, S. Terán (Eds). *La Modernización de la Milpa en Yucatán: Utopía o Realidad*. Centro de Investigación Científica de Yucatán. Mérida, Yucatán, Méx p. 13-18.

ANEXOS

Anexo 1. Biomasa total de malezas en la primera fase experimental. Primero y segundo muestreos

TRATAMIENTOS	BIOMASA* (g) (1er. muestreo)	BIOMASA* (g) (2o. muestreo)
MUC	37.09a	48.90ab
CAN	36.65a	17.96b
LEU	42.62a	128.78ab
LYS	66.41a	214.48a
PAR	104.28a	134.76ab
BAR1	33.68a	155.24ab
BAR2	38.53a	109.98ab
BAR3	101.71a	152.90ab
BAR4	36.69a	115.36ab

*Valores promedio de tres repeticiones. Estos datos fueron transformados aplicando log, para el análisis de varianza. Medias con letras iguales por columna no son diferentes significativamente ($p= 0.05$) (Prueba de Tukey). Codificación de tratamientos en el texto.

Anexo 2. Biomasa de malezas (peso seco) en las subparcelas. Segunda fase experimental. Primero y segundo muestreos.

TRATAMIENTOS	BIOMASA* (g) 1er. Muestreo	BIOMASA* (g) 2o. Muestreo
MUC1	6.85	49.05
MUC2	2.30	92.56
CAN1	6.45	158.67
CAN2	7.17	52.23
LEU1	9.04	94.82
LEU2	10.74	156.28
LYS1	20.08	83.18
LYS2	34.59	83.45
PAR1	9.65	20.93
PAR2	41.01	33.79
MUC3	26.10	6.71
CAN3	6.37	9.56
LEU3	21.02	110.17
LYS3	27.36	35.07
PAR3	10.33	49.49
DMAN	39.84	44.09
NDES	17.64	160.20
TABS	42.09	122.22

*Valores promedio de tres repeticiones. Estos datos fueron transformados aplicando log, para el análisis de varianza, mediante contrastes ortogonales. Codificación de tratamientos y explicación detallada de contrastes, en el texto.

Anexo 2A. Biomasa total de malezas en la parcela principal (grande). Segunda fase experimental. Primero y segundo muestreos.

TRATAMIENTOS (parcela grande)	BIOMASA* (g) (1er. muestreo)	BIOMASA* (g) (2o. muestreo)
<i>Mucuna deeringianum</i>	4.57b	70.80a
<i>Canavalia ensiformis</i>	6.81ab	105.45a
<i>Leucaena leucocephala</i>	9.89ab	125.55a
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	27.33a	83.31a
Paraquat	25.33ab	27.36ab
Coberturas vivas	16.23ab	8.13b
Coberturas muertas	24.19ab	72.67a
Testigos agricultor	25.08ab	46.79a
Testigos absolutos	29.86ab	141.21a

*Valores promedio de tres repeticiones. Estos datos fueron transformados aplicando log, para el análisis de varianza. Medias con letras iguales por columna no son diferentes significativamente ($p= 0.05$) (Prueba de Tukey). Los tratamientos corresponden al manejo que se dió a la parcela grande. Las 4 últimas parcelas permanecieron en barbecho en la 1a. fase.

Anexo 3. Cobertura de malezas en la primera fase experimental. Primero y segundo muestreos.

TRATAMIENTOS (parcela grande)	COBERTURA* (%) (1er. muestreo)	COBERTURA* (%) (2o. muestreo)
MUC	32.68a	11.00a
CAN	17.50a	15.37ab
LEU	17.76a	43.16ab
LYS	18.25a	38.50ab
PAR	46.60a	46.33ab
BAR1	16.50a	60.00b
BAR2	25.83a	38.83ab
BAR3	25.66a	33.16ab
BAR4	22.50a	48.83ab

*Valores promedio de tres repeticiones. Estos datos fueron transformados mediante la función arcoseno, para el análisis de varianza. Medias con letras iguales por columna no son diferentes significativamente ($p= 0.05$) (Prueba de Tukey). Codificación de tratamientos en el texto.

Anexo 4. Cobertura de malezas en las subparcelas. Segunda fase experimental.

TRATAMIENTOS	COBER(%)* 1er. Muest.	COBER(%)* 2o. Muest.	COBER(%)* 3er. Muest.	COBER(%)* 4o. Muest.
MUC1	5.00	13.00	40.00	43.66
MUC2	12.66	22.91	55.00	41.66
CAN1	6.00	12.83	30.00	39.33
CAN2	3.91	6.66	35.00	40.33
LEU1	9.00	30.66	53.33	39.00
LEU2	9.00	44.33	66.66	53.33
LYS1	15.66	42.33	76.66	38.00
LYS2	8.33	25.33	56.66	51.66
PAR1	9.00	44.50	70.00	54.00
PAR2	22.00	7.66	15.00	29.00
MUC3	11.33	5.33	15.00	7.66
CAN3	12.50	5.33	13.33	13.66
LEU3	11.00	29.35	76.66	39.00
LYS3	8.00	28.41	53.33	53.33
PAR3	12.33	9.25	16.66	40.66
DMAN	23.50	7.00	16.66	21.33
NDES	12.00	45.66	86.66	86.66
TABS	11.33	48.66	86.66	91.00

*Valores promedio de tres repeticiones. Estos datos fueron transformados por la función arcoseno para el análisis de varianza, mediante contrastes ortogonales. Codificación de tratamientos y explicación detallada de contrastes, en el texto.

Anexo 4A. Cobertura de malezas en la parcela principal (grande). Segunda fase experimental.

TRATAMIENTOS (parcela grande)	COBER(%)* 1er. Muest.	COBER(%)* 2o. Muest.	COBER(%)* 3er. Muest.	COBER(%)* 4o. Muest.
<i>M. deeringianum</i>	8.83ab	17.95bcd	47.50bc	42.66ab
<i>C. ensiformis</i>	4.95b	9.74cd	32.50bcd	39.83b
<i>L. leucocephala</i>	9.00ab	37.49ab	59.99ab	46.16ab
<i>L. latisiliquum</i>	11.99ab	33.83abc	66.66ab	44.83ab
Paraquat	15.5ab	26.08abcd	42.50bcd	41.50ab
Cobers vivas	11.91ab	5.33d	14.16d	10.66b
Cobers muertas	9.50ab	28.88abcd	64.99ab	46.16ab
Testigos agricultor	17.91a	8.12d	16.66cd	30.99b
Testigo absoluto	11.66ab	47.16a	86.66a	88.83a

*Valores promedio de tres repeticiones. Estos datos fueron transformados por la función arcoseno, para el análisis de varianza. Medias con letras iguales por columna no son diferentes significativamente ($p=0.05$) (Prueba de Tukey). Los tratamientos corresponden al manejo que se dió a la parcela grande. Las 4 últimas parcelas permanecieron en barbecho en la 1a. fase.

Anexo 5. Altura de *Canavalia ensiformis* en la primera y segunda fases experimentales.

FECHA (dds de Canavalia)	ALTURA(m)1a. FASE MUC	ALTURA(m) 2a. MUC2	FASE* MUC3
30	0.36	0.27	0.35
60	0.92	0.45	0.60
90	1.61	0.62	0.84

*En la segunda fase experimental, dos tratamientos fueron sembrados con *Canavalia*: MUC2 y MUC3

Anexo 6. Cobertura de *Mucuna deeringianum* y *Canavalia ensiformis* en la primera fase experimental.

FECHA DE EVALUACION (días de siembra)	<i>Mucuna deeringianum</i> (%)	<i>Canavalia ensiformis</i> (%)
30	25.00	35.00
60	86.75	80.27
90	92.75	90.50

Anexo 7. Cobertura de *Mucuna deeringianum* y *Canavalia ensiformis* en la segunda fase experimental.

FECHA DE EVALUACION (días de siembra)	<i>Mucuna deeringianum</i> (%)	<i>Canavalia ensiformis</i> (%)
30	15	20
60	40	50
90	75	60

Anexo 8. Biomasa de *Mucuna deeringianum* y *Canavalia ensiformis* en la primera y segunda fases experimentales.

LEGUMINOSAS	BIOMASA 1a. FASE (t/ha)	BIOMASA 2a. FASE (t/ha)
<i>Mucuna deeringianum</i>	2.22	1.48
<i>Canavalia ensiformis</i>	7.04	2.34

Anexo 9. Rendimiento (grano) y biomasa vegetativa de maíz en las subparcelas*.

TRATAMIENTOS	RENDIMIENTO (kg/ha)	HOJA (kg/ha)	TALLO (kg/ha)
MUC1	802.87	741.15	1506.21
MUC2	835.54	637.32	1602.33
CAN1	1626.58	726.21	1861.59
CAN2	1136.20	802.68	1650.66
LEU1	1323.95	698.95	1566.08
LEU2	1215.17	603.99	1687.51
LYS1	912.13	752.68	835.84
LYS2	1012.43	812.73	1323.76
PAR1	857.83	636.28	1611.86
PAR2	1198.87	888.93	2349.78
MUC3	1852.51	702.93	1992.10
CAN3	1323.84	813.52	1493.16
LEU3	996.06	746.85	1526.49
LYS3	1267.32	810.34	1562.47
PAR3	752.09	961.94	1793.25
DMAN	882.20	681.52	1327.56
NDES	692.59	614.81	848.14

*Valores promedio de tres repeticiones. Medias ajustadas por la covariable número de plantas de maíz, para el análisis mediante contrastes ortogonales. Codificación de tratamientos y explicación detallada de contrastes, en el texto.

ANEXO 9A. Rendimiento (grano) de grano maíz en la parcela principal (grande).

TRATAMIENTOS (parcela grande)	RENDIMIENTO* (kg/ha)
<i>M. deeringianum</i>	819.21c
<i>C. ensiformis</i>	1381.24ab
<i>L. leucocephala</i>	1269.56ab
<i>L. latisiliquum</i>	962.28ab
Paraquat	1028.35ab
Cobers vivas	1588.17a
Cobers muertas	1131.69ab
Testigos agricultor	803.64c
Maíz sin deshierbe	692.59

*Valores promedio de tres repeticiones. Medias ajustadas por la covariable número de plantas de maíz. Medias con letras iguales por columna no son diferentes significativamente ($p=0.05$) (Prueba de Tukey). La última parcela no se incluyó en el análisis, pues una subparcela no fue sembrada con maíz. Los tratamientos corresponden al manejo que se dió a la parcela grande. Las 4 últimas parcelas permanecieron en barbecho en la 1a. fase.