

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA  
SISTEMA DE ESTUDIOS DE POSGRADO

ESTABLECIMIENTO Y MANEJO DEL FRIJOL TERCIOPELO (Mucuna sp L.) COMO  
COBERTURA VIVA PARA EL COMBATE DE MALEZAS EN MAIZ (Zea mays L.)

Tesis sometida a la consideración de la Comisión del Programa Conjunto  
de Estudios de Posgrado en Ciencias Agrícolas y Recursos Naturales de la  
Universidad de Costa Rica y el Centro Agronómico Tropical de  
Investigación y Enseñanza, para optar el grado de

Magister Scientiae

por

JORGE ALDUNATE DEROMEDIS

Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza  
Departamento de Producción Vegetal  
Turrialba, Costa Rica

1984

## DEDICATORIA

A la memoria de Guillermo  
mi amado padre y amigo.

A mi madre M. Luisa por  
su constante cariño y  
abnegación.

A Irma mi esposa y compañera,  
por su estímulo, amor y compren-  
sión, a mis hijos Jorge, Irma  
Anahí y Nelson por los momentos  
de alegría y cariño.

A mis suegros y hermanos por  
su constante estímulo y apoyo.

Al campesino boliviano  
razón de nuestra supe-  
ración.

## AGRADECIMIENTOS

Mi sincera y eterna gratitud:

Al M.S. José Arze, Consejero Principal por su valiosa orientación y cooperación constante para la realización del presente trabajo, por su amistad y desprendimiento en la comunicación de sus conocimientos y experiencias. Hago extensivo este reconocimiento a su simpática familia por la sincera amistad que me brindaron.

Al M.S. Adolfo Soto, Miembro del Comité por sus valiosas sugerencias y orientación invalorable.

A los otros Miembros del Comité Consejero Drs. Joseph Saunders y Alberto Beale por su cooperación desinteresada. Así mismo a los Drs. José Fargas y Donald Kass, exmiembros del Comité Asesor.

Al personal de campo de la estación experimental "La Montaña" y al personal del laboratorio de ecofisiología por su invalorable cooperación y sincera amistad demostrada.

A Mayela Alvarado y Rose Mary Garro por su interés y entusiasmo en el mecanografiado del texto. Así mismo al Sr. Ely Rodríguez por la revisión del texto.

A la Universidad de Costa Rica, al Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, al Fondo Internacional de Desarrollo Agropecuario, al Instituto Boliviano de Tecnología Agropecuaria y Banco Interamericano de Desarrollo, por haberme dado la oportunidad de superarme.

A mis compañeros de promoción, personal administrativo y de apoyo del CATIE y a todas aquellas amistades en Turrialba por los agradables y gratos momentos compartidos.

## BIOGRAFIA

El autor nació en el Departamento de Cochabamba, Bolivia. Realizó sus estudios secundarios en el colegio Pío XII y San Agustín de Cochabamba. Continuó sus estudios Universitarios en la Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias "Martín Cárdenas", de la Universidad Mayor de San Simón, Cochabamba, para proseguir en la Facultad de Agronomía Tropical de la Universidad Gabriel René Moreno de Santa Cruz de la Sierra, donde obtuvo el título de Ingeniero Agrónomo en Julio de 1976.

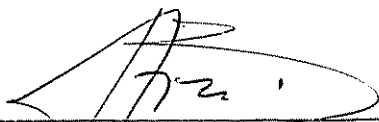
De 1976 a 1977 trabajó como agente de extensión agrícola en la provincia Gran Chaco del Departamento de Tarija. De 1977 a 1979 fue encargado de investigaciones agrícolas del Proyecto Oleaginosas Gran Chaco. De 1979 a 1982 trabajó en el Instituto Boliviano de Tecnología Agropecuaria, habiendo desempeñado el cargo de Director de la estación experimental "Gran Chaco" en el Departamento de Tarija. A partir de octubre de 1980 a febrero de 1982, desempeñó también el cargo de Coordinador Nacional del proyecto soya en el convenio cooperativo de investigación agrícola IICA/ CONO SUR/BID.

En marzo de 1982 ingresó al Programa de Estudios de Posgrado de la Universidad de Costa Rica - Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, en Turrialba, Costa Rica, donde obtuvo el título de Magister Scientiae en septiembre de 1984.

Esta tesis fue aceptada por la Comisión del Programa de Estudios de Posgrado en Ciencias Agrícolas y Recursos Naturales de la Universidad de Costa Rica y el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, como requisito parcial para optar al grado de

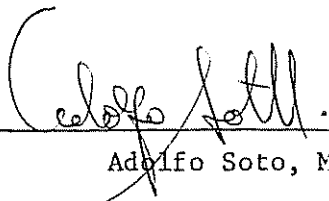
*Magister Scientiae*

JURADO:



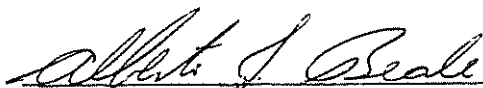
Profesor Consejero

José Arze Borda, M.S.



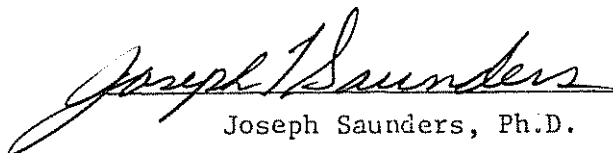
Miembro del Comité

Adolfo Soto, M.S.



Miembro del Comité

Alberto Beale, Ph.D.



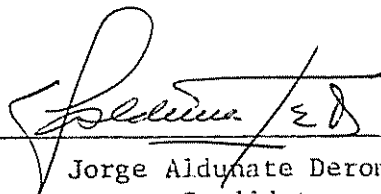
Miembro del Comité

Joseph Saunders, Ph.D.



Director del Programa de Posgrado en Ciencias Agrícolas y Recursos Naturales

Decano, Sistema de Estudios de Posgrado de la Universidad de Costa Rica



Jorge Aldunate Deromedis  
Candidato

## CONTENIDO

	Página
RESUMEN.....	ix
SUMMARY.....	xi
LISTA DE CUADROS.....	xiii
LISTA DE FIGURAS.....	xvi
1. INTRODUCCION.....	1
2. REVISION DE LITERATURA.....	4
2.1 Generalidades.....	4
2.2 Efectos perjudiciales de las malezas.....	5
2.2.1 En los cultivos.....	5
2.2.1.1 En el cultivo de maíz.....	5
2.2.2 Efectos socioeconómicos.....	7
2.3 Competencia.....	8
2.3.1 Competencia cultivo-maleza.....	9
2.3.1.1 Competencia por humedad.....	9
2.3.1.2 Competencia por nutrimentos.....	10
2.3.1.3 Competencia por luz.....	11
2.3.1.4 Densidad de malezas y competencia.....	12
2.3.2 Período crítico de competencia.....	13
2.4 Combate de malezas.....	14
2.5 Métodos de combate de malezas.....	15
2.5.1 Control cultural.....	15
2.5.2 Control químico.....	16
2.5.3 Control integrado.....	18
2.5.4 Biocontrol.....	20
2.5.4.1 Cultivos de cobertura en barbecho.....	20
2.5.4.2 Coberturas vivas (Living mulches).....	23
2.5.4.2.1 Establecimiento y manejo de las co- berturas vivas.....	25
2.5.4.2.2 Experiencias sobre el uso de cober- turas vivas.....	27
3. MATERIALES Y METODOS.....	31
3.1 Descripción del área experimental.....	31
3.1.1 Localización, suelos y clima.....	31
3.1.2 Antecedentes del lote experimental.....	31

	Página
3.2 Establecimiento del experimento.....	32
3.2.1 Especies utilizadas, siembra y cosecha.....	32
3.2.2 Modalidad y densidad de siembra del maíz.....	32
3.2.3 Fertilización, medidas fitosanitarias del maíz.....	33
3.2.4 Establecimiento y manejo de la cobertura viva.....	35
3.3 Manejo de las malezas.....	37
3.4 Información del lote experimental, tratamiento y diseño....	37
3.5 Información biológica.....	38
3.5.1 Datos biológicos de la cobertura.....	38
3.5.2 Datos biológicos del maíz.....	40
3.5.3 Datos de la población de malezas.....	42
3.6 Análisis estadístico.....	43
3.7 Análisis económico.....	43
4. RESULTADOS.....	45
4.1 Malezas: incidencia y producción de biomasa.....	45
4.1.1 Malezas prevalentes antes del experimento.....	46
4.1.2 Incidencia de malezas de hoja ancha.....	46
4.1.3 Incidencia de malezas de hoja angosta.....	50
4.1.4 Incidencia de malezas ciperáceas.....	52
4.1.5 Biomasa de malezas de hoja ancha.....	54
4.1.6 Biomasa de malezas de hoja angosta.....	56
4.1.7 Biomasa de malezas ciperáceas.....	58
4.2 Características biológicas de la cobertura viva.....	60
4.2.1 Biomasa de la parte aérea.....	60
4.2.2 Índice de área foliar.....	61
4.2.3 Peso seco de nódulos.....	67
4.3 Características biológicas del maíz.....	67
4.3.1 Biomasa de la parte aérea.....	69
4.3.2 Índice de área foliar.....	75
4.3.3 Altura de planta.....	77
4.3.4 Rendimiento en granos.....	80
4.3.5 Componentes del rendimiento.....	82
4.4 Correlaciones.....	84
4.6 Análisis económico.....	84
5. DISCUSION..	85
5.1 Condiciones climáticas.....	85
5.2 Incidencia de malezas.....	85
5.3 Biomasa de malezas.....	88

	Página
5.4 Características biológicas de la cobertura viva.....	90
5.5 Características biológicas del maíz.....	92
5.5.1 Biomasa de la parte aérea.....	92
5.5.2 Índice de área foliar y altura de planta.....	93
5.5.3 Rendimiento en granos.....	93
5.5.4 Componentes del rendimiento.....	96
6. CONCLUSIONES.....	97
7. RECOMENDACIONES.....	99
8. LITERATURA CITADA.....	100
9. APENDICE.....	110



Establecimiento y manejo del frijol terciopelo (*Mucuna* sp L.) como cobertura viva para el combate de malezas en maíz (*Zea mays* L.)

Palabras clave: Maíz, control de malezas, biocontrol, coberturas vivas, mulch, regulación cobertura viva, dicamba, paraquat.

## RESUMEN

El combate de malezas en maíz en zonas tropicales húmedas, requiere de un enfoque que combine los principios de combate existentes en los sistemas de producción del pequeño agricultor, con las nuevas técnicas disponibles para el desarrollo de sistemas eficientes en el manejo de las malezas. En este sentido, el presente estudio realizado en las instalaciones del CATIE, Turrialba, Costa Rica, entre octubre de 1983 y abril de 1984, tuvo como objetivo evaluar el comportamiento y manejo de la leguminosa *Mucuna* sp. (125 000 pl/ha) como cobertura viva para el combate de malezas en maíz cv. Tuxpeño C-7 (50 000 pl/ha).

La cobertura viva se sembró 40 y 55 días antes de la siembra del maíz. Para facilitar la siembra del maíz se aplicó paraquat (0,5 kg i.a/ha) en franjas sobre la cobertura de 55 días de edad. El mismo día se sembró el maíz entre las hileras de la cobertura de 40 días de edad. Algunos tratamientos con coberturas vivas recibieron aplicaciones de dicamba 3 días después de la emergencia del maíz, en dosis de 150 g i.a/ha. Cuarenta días después, parte de estos tratamientos tuvieron una segunda aplicación de dicamba en dosis de 75 g i.a/ha, para "regular" el crecimiento de la cobertura. Se consideraron además tratamientos con "mulch" de *Mucuna* sp., suprimidas por medios físicos y químicos, y combate de malezas manual y químico (sin coberturas).

Las principales variables evaluadas en los 4 períodos de muestreo (25, 40, 55 y 120 DDSM) fueron: Incidencia y producción de biomasa de malezas por especie y categoría (hoja ancha, hoja angosta y ciperáceas); índice de área foliar, biomasa y peso seco de nódulos para la cobertura viva; índice de área foliar, altura de planta, biomasa y rendimiento en grano para el maíz.

Los resultados mostraron una mayor incidencia ( $N^{\circ}$  malezas/m<sup>2</sup>) y producción de biomasa de malezas en las parcelas con mulch obtenido mediante corte manual, seguido de los tratamientos con coberturas vivas establecidas 40 días antes de la siembra del maíz. La menor incidencia y biomasa de malezas se halló en el tratamiento con mulch (con aplicaciones de paraquat) sin diferir del combate químico.

Dos aplicaciones de dicamba en las coberturas vivas, provocaron muerte de las plantas a los 120 DDSM. En cambio una sola aplicación, presentó disminución en la biomasa y el IAF de la cobertura viva. La cobertura sin aplicación de dicamba, presentó los mayores valores de índice de área foliar y biomasa, provocando una drástica disminución en la altura de planta, biomasa y rendimientos del maíz. Los otros tratamientos no mostraron diferencias significativas en el rendimiento del maíz. Sin embargo, se pudo establecer tendencias en favor de los tratamientos con mulch. El tratamiento de mulch (paraquat), evidenció un adecuado combate de malezas, principalmente gramíneas.

The establishment and management of velvetbean (Mucuna sp. L.) as a living mulch for weed control in maize (*Zea mays* L.)

Key words: maize, weed control, biocontrol, live mulches, mulch, regulating live mulches, dicamba, paraquat

#### SUMMARY

In the humid tropics, existing weed control practices must be combined with newly available techniques in order to develop the most efficient weed management programs for small farmer production systems. The present study was carried out at CATIE, Turrialba, Costa Rica, between October, 1983 and April, 1984 in order to evaluate the performance and management of the leguminous Mucuna sp. as a live mulch for weed control in maize production. The live mulch was established with a density of 125,000 plants/ha at 55 and 40 days prior to planting Tuxpeño-C7 maize at 50,000 plants/ha.

To facilitate maize planting paraquat was applied (0.5 kg a.i./ha) in strips on the 55 day old live mulch. Maize was planted the same day in the 40 day old Mucuna sp. Three days after the emergence of the maize, some of the mulched plots received applications of dicamba at a dosis of 150 g a.i./ha. Forty days later part of these plots received a second applications of dicamba at a 75 g a.i./ha dosis to further regulate mulch growth. All together treatments tested consisted of maize with Mucuna sp. mulch, suppressed by physical and chemical means, and maize without mulch which received manual and chemical weed control.

The principal variables evaluated at the four sampling dates (25, 40, 55 and 120 days after maize planting) were: incidence and biomass of weeds by species and category (broadleaves, grasses, and sedges), leaf area index, biomass, and dry

weight of nodules of the live mulch; and leaf area index, plant height, biomass and grain yield of the maize.

Results showed the greatest incidence (No. weeds/m<sup>2</sup>) and biomass production of weeds in plots with mulch obtained through manual cutting, followed by treatments with live mulch established 40 days before the maize. The lowest incidence and biomass of weeds was found in treatments with live mulch regulated with paraquat; this treatment did not differ from the one where chemicals were used.

Two applications of dicamba in live mulches resulted in the death of the plants at 120 days after maize planting. With only one application, the live mulch's biomass and leaf area index were diminished. Mulch with no application of dicamba presented the greatest values of LAI and biomass, causing a drastic decrease in the height, biomass and yields of the maize. Other treatments did not demonstrate significant differences in maize yield. Tendencies were established, however, in favor of mulching. The treatment of mulch with paraquat regulation proved to be appropriate weed control method, especially for grasses.

LISTA DE CUADROS

<u>En el texto</u>		Página
Cuadro N°		
1	Descripción de los tratamientos, utilizando <i>Mucuna</i> como cobertura viva para el combate de malezas en maíz, octubre 1983-abril, 1984 .....	39
2	Índice numérico de frecuencia por dominancia y densidad de malezas presentes antes del establecimiento de parcelas de biocontrol de malezas en maíz. Oct. 1983 abril 1984 .....	47
3	Incidencia de malezas de hoja ancha (número/0,8 m <sup>2</sup> en el cultivo de maíz, en función de la época de muestreo y del tratamiento.....	49
4	Incidencia de malezas de hoja angosta (número/0,8 m <sup>2</sup> ) en el cultivo de maíz, en función de la época de muestreo y del tratamiento.....	51
5	Incidencia de malezas ciperáceas (número/0,8 m <sup>2</sup> ) en el cultivo de maíz, en función de la época de muestreo y del tratamiento .....	53
6	Biomasa de malezas de hoja ancha (g/0,8 m <sup>2</sup> ) en el cultivo de maíz, en función de la época de muestreo y del tratamiento .....	55
7	Biomasa de malezas de hoja angosta (g/0,8 m <sup>2</sup> ) en el cultivo de maíz, en función de la época de muestreo y del tratamiento.....	57
8	Biomasa de malezas ciperáceas (g/0,8 m <sup>2</sup> ) en el cultivo de maíz, en función de la época de muestreo y del tratamiento .....	59
9	Biomasa (g/pl) de <i>Mucuna</i> sp. utilizada como cobertura viva para el combate de malezas en maíz, por muestreo y tratamiento .....	62
10	Índice de área foliar (IAF) de <i>Mucuna</i> sp., utilizada como cobertura viva para el combate de malezas en maíz, por muestreo y tratamiento .....	65
11	Peso seco de nódulos (g/pl), de <i>Mucuna</i> sp. utilizada como cobertura viva para el combate de malezas en maíz, por muestreo y tratamiento .....	68
12	Variaciones de la biomasa total de la parte aérea (g/pl), con la edad del cultivo de maíz Var. Tuxpeño C-7), en diferentes tratamientos de combate de malezas..	70

Cuadro N°		Página
13	Variaciones del índice de área foliar (IAF), durante el período crítico de competencia del maíz var. Tuxpeño C-7, en diferentes tratamientos de combate de malezas..	76
14	Variaciones de la altura de planta (cm), con la edad del cultivo de maíz var. Tuxpeño C-7, en diferentes tratamientos de combate de malezas .....	81
15	Rendimiento en grano, plantas útiles a cosecha, y peso de 100 semillas de maíz, en diferentes tratamientos de combate de malezas.....	83
 En el Apéndice		
1A	Características de clima y suelo de la zona y resultados del análisis de suelo del lote experimental, Turrialba, Costa Rica, 1984.....	111
2A	Condiciones climáticas durante el período del experimento. Datos obtenidos de la Estación Meteorológica del CATIE, Turrialba, Costa Rica, Octubre 1983-Abril, 1984 .....	112
3A	Cuadrados medios por tratamientos y época de muestreo, en la incidencia y producción de biomasa de malezas de hoja ancha, hoja angosta y ciperáceas .....	113
4A	Resumen de los análisis de varianza (significancia) entre tratamientos por muestreo, en la incidencia y producción de biomasa de las principales especies de malezas.....	113
5A	Cuadrados medios, coeficientes de variación para incidencia y biomasa de malezas bajo diferentes tratamientos de combate y épocas de muestreo .....	114
6A	Análisis de varianza y prueba de contrastes para incidencia de malezas de hoja ancha, por época de muestreo .....	115
7A	Análisis de varianza y prueba de contrastes para incidencia de malezas de hoja angosta, por época de muestreo .....	116
8A	Análisis de varianza y prueba de contrastes para incidencia de malezas ciperáceas, por época de muestreo...	117
9A	Análisis de varianza y prueba de contrastes para biomasa de malezas de hoja ancha, por época de muestreo..	118

Página N°		Página
10A	Análisis de varianza y prueba de contrastes para biomasa de malezas de hoja angosta, por época de muestreo.	119
11A	Análisis de varianza y prueba de contrastes para biomasa de malezas ciperáceas, por época de muestreo .....	120
12A	Cuadrados medios, coeficientes de variación y significancia de las características biológicas de <i>Mucuna</i> sp., por muestreo en diferentes tratamientos de combate de malezas en maíz.....	121
13A	Cuadrados medios, coeficientes de variación y significancia de los valores peso seco (g/pl) e índice de área foliar (IAF) de la cobertura viva ( <i>Mucuna</i> sp.), para tratamientos y épocas de muestreo.....	122
14A	Cuadrados medios, coeficientes de variación y significancia de las características biológicas y rendimiento de plantas de maíz var. Tuxpeño C-7, por época de muestreo de diferentes tratamientos de combate de malezas .....	123
15A	Análisis de varianza y prueba de contrastes para biomasa (g/pl) de maíz CV Tuxpeño C-7, por época de muestreo.	124
16A	Análisis de varianza y prueba de contrastes para índice de área foliar (IAF) de maíz CV Tuxpeño C-7; por época de muestreo .....	125
17A	Análisis de varianza y prueba de contrastes para altura de planta (cm) para maíz CV Tuxpeño por época de muestreo.....	126
18A	Análisis de varianza y prueba de contrastes para rendimiento, plantas a cosecha y peso de 100 semillas de maíz CV Tuxpeño C-7.....	127
19A	Matriz de correlación a los 55 DDSM para variables biológicas de maíz, coberturas vivas e incidencia y biomasa de malezas, en diferentes tratamientos en combate de malezas.....	128
20A	Matriz de correlación a los 120 DDSM para las variables biológicas de maíz, coberturas vivas e incidencia y biomasa de malezas, en diferentes tratamientos de combate de malezas en maíz.....	129
21A	Producción, ingreso bruto, costo variable, margen bruto, ingreso y costo marginal por hectárea en diferentes tratamientos de combate de malezas en maíz. Turrialba, Costa Rica. Octubre 1983, abril 1984.....	130

## LISTA DE FIGURAS

Figura N°		Página
1	Detalle de la parcela en el experimento de biocontrol de malezas en maíz, utilizando <i>Mucuna</i> sp. como cobertura viva.....	34
2	Cronología de las principales actividades realizadas en el establecimiento y manejo de la cobertura viva ( <i>Mucuna</i> sp.) para el combate de malezas en maíz.....	36
3	Producción de biomasa (g/pl) de <i>Mucuna</i> sp., utilizada como cobertura viva para el combate de malezas en maíz, por muestreo y tratamiento.....	63
4	Índice de área foliar de <i>Mucuna</i> sp. en función del uso de dicamba y de la época de muestreo.....	66
5	Variaciones de la biomasa (g/pl) con la edad del cultivo de maíz cv. tuxpeño C-7, en diferentes tratamientos de combate de malezas.....	72
6	Variaciones de la biomasa (g/pl) con la edad del cultivo de maíz cv. tuxpeño C-7, en diferentes tratamientos de biocontrol de malezas, utilizando <i>Mucuna</i> sp. como cobertura viva.....	73
7	Variaciones de la biomasa (g/pl) con la edad del cultivo de maíz cv. tuxpeño C-7, en diferentes tratamientos de combate de malezas, utilizando <i>Mucuna</i> sp. como cobertura muerta ("mulch").....	74
8	Variaciones del índice de área foliar por planta, con la edad del cultivo de maíz cv. tuxpeño C-7, en diferentes tratamientos de combate de malezas.....	78
9	Variaciones del índice de área foliar por planta con la edad del cultivo de maíz cv. tuxpeño C-7, en diferentes tratamientos de combate de malezas.....	79