

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
SISTEMA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO

POTENCIAL ALELOPÁTICO DE Gliricidia sepium (Jacq.) Steud
SOBRE LOS CULTIVOS DE MAÍZ Y FRIJOL Y LAS MALEZAS
PREDOMINANTES

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

MAGISTER SCIENTIAE

por

LUIS OBANDO GUERRERO

Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza
Departamento de Producción Vegetal
Turrialba, Costa Rica
1987

DEDICATORIA

A Teresa, mi esposa por su comprensión y permanente estímulo, por compartir conmigo todos los momentos agradables y los difíciles de esta experiencia.

A José Luis, Eduardo Enrique, Diego Fernando y Germán Darío, nuestros hijos e inseparables compañeros, quienes supieron darme ánimo en todo momento.

A mis padres Aristides Obando Narvárez y Oliva Guerrero de Obando a quienes debo en gran parte mi superación.

A Esperanza, mi hermana y a mis sobrinos Lilia Esperanza, Carlos Arturo y Alvaro Hernán.

Al Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), por haberme concedido la comisión para la realización de mis estudios de posgrado.

A Colombia, mi patria.

Al Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo (CIID) de Canadá y su Regional Para América Latina en Bogotá, por haber financiado mis estudios de posgrado.

AGRADECIMIENTOS

El autor expresa su sincero agradecimiento a las siguientes personas e instituciones:

A Ramiro De La Cruz, Ph .D., Fisiólogo, especialista en malezas del Proyecto MIP-CATIE, por sus enseñanzas y orientación para la realización de este estudio.

A José Arze Borda, M. Sc., por sus enseñanzas y sincera amistad, y por formar parte activa en el comité asesor.

A José Francisco Di Stefano, Ph. D., Director del Programa Conjunto de Posgrado, UCR-CATIE, por su valiosa colaboración como miembro del comité asesor.

A Carlos Ramírez, Ph. D., por su valiosa orientación como miembro del comité asesor.

A Oscar Acuña, I. A., por su invaluable ayuda en el Laboratorio de Microbiología de Suelos de la UCR, San José.

Al personal científico del Proyecto MIP-CATIE, en especial a Joseph Saunders, Ph. D.; Elkin Bustamante, Ph. D.; José Rutilio Quezada, Ph. D. y James French, Ph. D., por su apoyo y sincera amistad.

A José Fargas, Ph. D., jefe del Laboratorio de Fisiología Vegetal, CATIE, por sus enseñanzas y apoyo logístico para el desarrollo de la investigación.

A José Galindo, Ph. D., por su sincera amistad y colaboración prestada.

A Ramiro Jaramillo, M. Sc., por su sincera amistad durante mi permanencia en CATIE.

A Ramón Lastra, Ph. D., Director Programa de Posgrado CATIE, por su amistad brindada.

A Pedro Ferreira, Ph. D., Biometrista, por su amistad y ayuda en el procesamiento de los datos de este trabajo.

A mis compañeros de promoción, especialmente a: José Isidro Morales, Leopoldo Gómez, Felipe Cerón y Adolfo Cruz, por la experiencia compartida y su amistad brindada.

Al personal de Biblioteca Conmemorativa Orton, por su permanente colaboración.

BIOGRAFIA

El autor nació en Ipiales, Departamento de Nariño, Colombia. Realizó estudios primarios en la Escuela Tomás Arturo Sánchez y secundarios en el Colegio Nacional Sucre de la misma ciudad.

En 1974 se graduó como Ingeniero Agrónomo en la Facultad de Ciencias Agrícolas de la Universidad de Nariño, Pasto, Colombia.

En 1982 realizó estudios de Posgrado en el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Palmira, Colombia en Mejoramiento de Frijol.

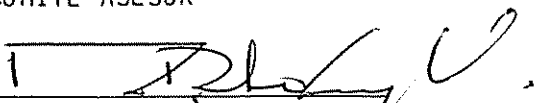
Desde abril de 1980 se desempeña como Investigador en el Programa de Cultivos Múltiples del Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), en el Centro Regional de Investigación "Obonuco", Pasto, departamento de Nariño, Colombia.

En abril de 1985 ingresó al 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 (UCR-CATIE) y en abril de 1987 obtuvo el grado de Magister Scientiae en Producción Vegetal en la especialidad de Sistemas de Producción de Cultivos Anuales.

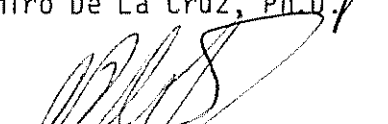
Esta tesis fue aceptada por la Comisión del Programa de Estudios de Posgrado en Ciencias Agrícolas y Recursos Naturales de la Universidad de Costa Rica y el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, como requisito para optar al grado de

Magister Scientiae


COMITE ASESOR



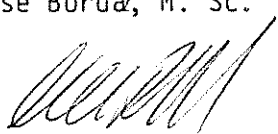
Ramiro De La Cruz, Ph.D. Consejero Principal



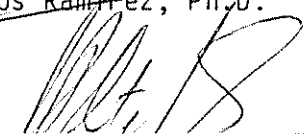
José Fco. Di Stefano, Ph.D. Miembro del comité




José Arse Borda, M. Sc. Miembro del comité



Carlos Ramírez, Ph.D. Miembro del comité



José Fco. Di Stefano, Ph.D. Director del Programa de Posgrado en Ciencias Agrícolas y Recursos Naturales UCR/CATIE.



Luis Estrada N., Ph.D. Decano del sistema de Estudios de Posgrado de la Universidad de Costa Rica.



Luis Obando Guerrero Candidato

CONTENIDO

	Página
RESUMEN	x
SUMMARY	xii
LISTA DE CUADROS	xiv
LISTA DE FIGURAS	xvii
1. INTRODUCCION	1
2. REVISION DE LITERATURA	3
2.1 Alelopatía	3
2.1.1 Significado	3
2.1.2 Importancia ecológica	4
2.1.3 Características de las sustancias alelopáticas ..	6
2.1.3.1 Origen y liberación de las sustancias alelopáticas	7
2.1.3.2 Naturaleza y forma de actuar de las sustancias producidas	10
2.1.3.3 Comportamiento en el suelo	12
2.1.4 Métodos de investigación en alelopatía	13
2.1.4.1 Preparación de extractos	14
2.1.4.2 Métodos de aplicación de extractos	17
2.2 Alelopatía en <u>Gliricidia sepium</u>	18
2.2.1 Descripción botánica	18
2.2.2 Usos	18
2.2.3 Sustancias producidas por <u>Gliricidia sepium</u>	20
2.3 Malezas y alelopatía	21
2.3.1 Efectos alelopáticos de las malezas sobre los cultivos	23
2.3.2 Efectos alelopáticos de los cultivos sobre las malezas	25
2.4 Alelopatía y fijación biológica del nitrógeno	27
3. MATERIALES Y METODOS	29
3.1 Localización, suelo y clima	29
3.2 Establecimiento del experimento de campo	30

3.2.1	Toma de información	32
3.2.1.1	Muestreo de malezas	32
3.2.1.2	Datos de cosecha	33
3.3	Establecimiento del experimento sobre germinación en laboratorio	33
3.3.1	Preparación de extractos de <u>Gliricidia sepium</u> ..	34
3.3.2	Manejo de las semillas	35
3.4	Establecimiento del experimento sobre acción de <u>Gliricidia sepium</u> en la fijación biológica de nitrógeno en frijol	37
3.4.1	Manejo e inoculación del <u>Rhizobium</u>	37
3.4.2	Crecimiento de <u>Rhizobium</u> en medio de cultivo ...	38
3.4.3	Recuento de nódulos en las plantas de frijol ...	40
3.4.4	Determinación de nitrógeno en las hojas de frijol	40
3.5	Análisis estadístico de los datos	40
4.	RESULTADOS	42
4.1	Efecto del "mulch" de <u>Gliricidia sepium</u> sobre la población de malezas en el campo	42
4.1.1	Incidencia de malezas	42
4.1.2	Producción de biomasa	49
4.1.3	Rendimiento de maíz y frijol	52
4.2	Efecto de diferentes concentraciones de extractos de <u>Gliricidia sepium</u> sobre la germinación	54
4.3	Efecto de diferentes concentraciones de extractos de <u>Gliricidia sepium</u> sobre la actividad del <u>Rhizobium</u>	62
4.3.1	Efecto de diferentes concentraciones de extractos sobre la población de bacterias	62
4.3.2	Efecto de diferentes concentraciones de extractos sobre la nodulación en plantas de frijol	64
5.	DISCUSION	67
5.1	Acción del "mulch" de <u>Gliricidia sepium</u> sobre la población de malezas en el campo	67
5.2	Efecto de los extractos de <u>Gliricidia sepium</u> sobre la germinación y desarrollo de plántulas	72
5.3	Efecto de los extractos de <u>Gliricidia sepium</u> sobre el desarrollo y actividad del <u>Rhizobium</u>	74

6.	CONCLUSIONES	76
7.	RECOMENDACIONES	78
8.	BIBLIOGRAFIA	79
9.	APENDICE	91

IBANDO G., L.E. 1987. Potencial alelopático de Gliricidia sepium (Jacq.) Steud sobre los cultivos de maíz y frijol y las malezas predominantes. Tesis Mag. Sc., Turrialba, Costa Rica, Universidad de Costa Rica (UCR/CATIE). 115 p.

Palabras clave: Alelopatía, Gliricidia sepium, maíz, frijol, malezas, Rhizobium, cultivos asociados, cobertura vegetal, "mulch".

RESUMEN

En el presente trabajo, realizado en el área experimental del CATIE en Turrialba, Costa Rica, se investigó el efecto alelopático que sobre las plantas de maíz y frijol y algunas malezas pueden tener los residuos foliares de la especie Gliricidia sepium.

Las investigaciones se efectuaron desde abril de 1985 hasta abril de 1987. Los trabajos se hicieron en parcelas de campo de 20 m² con arreglo factorial 2 x 2 en un diseño de bloques completos al azar con seis repeticiones y en laboratorio con un arreglo factorial 2 x 4 en un diseño completamente al azar con tres repeticiones.

En las parcelas de campo se aplicaron dos cantidades de "mulch" de Gliricidia sepium (8 y 16 t/ha) al momento de la siembra de maíz y frijol y las mismas cantidades en tratamientos postemergentes a las malezas y al cultivo. Se tuvo igualmente un testigo con malezas y otro libre de malezas. En cada parcela se contó el número de malezas por especie y se observó el desarrollo de los cultivos de maíz y frijol.

En el laboratorio se midió el efecto de diferentes concentraciones de extractos de hojas y tallos de Gliricidia sepium sobre el crecimiento "in vitro" de plántulas de algunas malezas y sobre las plantas de maíz y frijol. Así mismo se estudió su acción respecto a la actividad del Rhizobium en frijol.

Bajo condiciones de campo Gliricidia sepium no afectó ni al maíz, ni al frijol. La aplicación de la dosis más alta en preemergencia redujo las poblaciones de Bidens pilosa y Melampodium perfoliatum. En el laboratorio el proceso de germinación de las malezas y los cultivos, fue

negativamente afectado por los extractos, principalmente el crecimiento y desarrollo de las plántulas. Estos resultados indican la posibilidad de que los extractos de Gliricidia sepium (hojas y tallos) tengan sustancias alelopáticas que pueden actuar sobre el proceso de germinación de algunas especies de plantas.

Aún cuando los resultados de laboratorio sobre el efecto de los extractos de Gliricidia sepium no fueron muy concluyentes, se notó cierta tendencia negativa en la actividad del Rhizobium sobre el número de nódulos formados en las plantas de frijol tratadas con extractos de Gliricidia sepium.

OBANDO G., L. 1987. Allelopathic potential of Gliricidia sepium (Jacq.) Steud on maize and bean crops, and predominant weeds. M. Sc. Thesis., Turrialba, Costa Rica, University of Costa Rica (UCR/CATIE) 130 p.

Key words: Allelopathy, Gliricidia sepium, maize, beans, weeds. Rhizobium, mixed crops, cover crops, mulch.

SUMMARY

The effect of Gliricidia sepium foliage, applied as a mulch, on maize, beans and some weed species were investigated at CATIE's experimental farm at Turrialba, Costa Rica.

Investigations were undertaken from April, 1985 to April, 1987, on 20 m² field plots with a 2 x 2 factorial arrangement, in a completely randomized block design with six replications. In the laboratory, a 2 x 4 factorial arrangement was used in a completely randomized design with three replications.

Gliricidia sepium mulch was applied on the field plots at rates of 8 and 16 ton/ha, both at planting time and as post-emergent treatments to weeds and crops. Two check plots, one with weeds and one without, were included. The number of weeds of each species were recorded, as was the development of maize and bean crops.

The effect of Gliricidia sepium leaf and stem extracts on the growth in vitro of weed seedlings and on maize and bean plants were measured in the laboratory. Action of extracts on the activity of bean Rhizobium was studied.

Gliricidia sepium, did not damage maize and beans under field conditions. Preemergence applications of the higher dosage reduced populations of Bidens pilosa and Melampodium perfoliatum. Germination of weeds and crops in the laboratory was negatively affected by the extracts, especially seedling growth and development. These results indicate that extracts of Gliricidia sepium (leaves and stems) may have allelopathic substances capable of affecting some plant species.

Laboratory studies on the effect of Gliricidia sepium extracts on Rhizobium activities were not conclusive, however, there was a tendency for a reduced number of nodules on the bean plants treated with Gliricidia sepium.

LISTA DE CUADROS

En el texto

Cuadro No.		Página
1	Promedio de rendimiento y componentes respectivos de maíz y frijol en cultivo asociado con los distintos tratamientos.....	53
2	Longitud de radícula (cm) de distintas especies germinadas en diferentes concentraciones de extractos de <u>Gliricidia sepium</u> (4-6 d.d.s.).....	55
3	Longitud de parte aérea (cm) de distintas especies germinadas en diferentes concentraciones de extractos de <u>Gliricidia sepium</u> (4-6 d.d.s.).....	58
4	Efecto de las distintas concentraciones de extractos de <u>Gliricidia sepium</u> sobre el porcentaje de germinación de las especies en estudio, 4-6 días después de la siembra.....	61

En el apéndice

Cuadro No.		Página
1A	Efecto de los distintos tratamientos sobre la incidencia de malezas (No/m ²) en las parcelas experimentales de la asociación maíz-frijol (promedio de 3 muestreos por parcela para 6 repeticiones).....	98
2A	Análisis estadístico para los datos sobre incidencia de malezas, Cuadro 1A.....	99
3A	Dominancia en % de especies malezas en las parcelas experimentales de la asociación maíz-frijol.....	100
4A	Efecto de los distintos tratamientos sobre la incidencia de malezas (No/m ²) en las parcelas experimentales de monocultivo de frijol 30 días después de la siembra (promedio de 3 muestreos para 5 repeticiones).....	101
5A	Análisis estadístico para los datos sobre incidencia de malezas, Cuadro 4A.....	102
6A	Dominancia en % de especies malezas en las parcelas experimentales del monocultivo de frijol	103
7A	Biomasa de malezas (g/m ²) en las parcelas experimentales de la asociación maíz-frijol.....	104
8A	Análisis estadístico para los datos sobre biomasa de malezas, en el cultivo asociado de maíz y frijol, Cuadro 7A.....	105
9A	Biomasa de malezas en g/m ² en las parcelas experimentales del monocultivo de frijol.....	106
10A	Análisis estadístico para los datos sobre biomasa de malezas en el monocultivo de frijol, en Cuadro 9A.....	107
11A	Análisis estadístico para los datos sobre rendimiento de maíz y frijol en asocio, Cuadro 1.....	108
12A	Análisis estadístico de los datos sobre longitud de radícula de distintas especies, Cuadro 2.....	109
13A	Análisis estadístico para los datos sobre longitud de parte aérea de distintas especies, Cuadro 3.....	110

14A	Análisis estadístico para los datos sobre porcentaje de germinación de diferentes especies, Cuadro 4.....	111
15A	Efecto de cuatro concentraciones de extractos de <u>Gliricidia sepium</u> sobre el crecimiento de la población de <u>Rhizobium</u> en solución nutritiva de Munns (19).....	112
16A	Análisis estadístico para los datos sobre la cantidad de <u>Rhizobium</u> en distintas épocas, Cuadro 15A.....	113
17A	Efecto de cuatro concentraciones de extractos de <u>Gliricidia sepium</u> sobre la nodulación de <u>Rhizobium</u> en frijol.....	114
18A	Análisis estadístico para los datos sobre nodulación de <u>Rhizobium</u> y fijación de nitrógeno en frijol, Cuadro 17A.....	115

LISTA DE FIGURAS

En el texto

Figura No.		Página
1	Incidencia de malezas (No/m ²) en las parcelas experimentales del asocio maíz-frijol, a los 30 días después de la siembra. (s.= a la siembra; d.d.s.= días después de la siembra)	43
2	Dominancia de especies (%) en las parcelas experimentales del asocio maíz-frijol, 30 días después de la siembra. (s.= a la siembra; d.d.s.= días después de la siembra)	45
3	Incidencia de malezas (No/m ²) en las parcelas experimentales en el cultivo de frijol, 30 días después de la siembra. (s.= a la siembra; d.d.s.= días después de la siembra)	47
4	Dominancia de especies (%) en las parcelas experimentales del monocultivo de frijol, 30 días después de la siembra. (s.= a la siembra; d.d.s.= días después de la siembra)	48
5	Biomasa de malezas (g/m ²) en las parcelas experimentales de la asociación maíz-frijol, 30 días después de la siembra. (s.= a la siembra; d.d.s.= días después de la siembra)	50
6	Biomasa de malezas (g/m ²) en las parcelas experimentales del monocultivo de frijol, 30 días después de la siembra. (s.= a la siembra; d.d.s.= días después de la siembra)	51

En el apéndice

Figura No.		Página
1A	Climadiagrama del área donde se realizó la investigación. CATIE, "La Montaña", 1986.....	92
2A	Biomasa de la raíz y parte aérea del <u>Melampodium perfoliatum</u> , creciendo "in vitro" con diferentes concentraciones de extractos de <u>Gliricidia sepium</u> (15 días después de la siembra).....	93
3A	Efecto de diferentes concentraciones de extractos de hojas y tallos de <u>Gliricidia sepium</u> sobre el número total de nódulos en plantas de frijol (30 días después de la inoculación).....	94
4A	Efecto de diferentes concentraciones de extractos de hojas y tallos de <u>Gliricidia sepium</u> sobre el número de nódulos efectivos en plantas de frijol (30 días después de la inoculación).....	95
5A	Efecto de diferentes concentraciones de extractos de hojas y tallos de <u>Gliricidia sepium</u> sobre la biomasa total de nódulos en plantas de frijol (30 días después de la inoculación).....	96
6A	Contenido de nitrógeno en las hojas de plantas de frijol (g/planta), 30 días después de la inoculación, creciendo en solución nutritiva con diferentes concentraciones de <u>Gliricidia sepium</u>	97