

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA  
SISTEMA DE ESTUDIO DE POSGRADO

EFFECTO DEL MADERO NEGRO (Gliricidia sepium (Jacq)  
Steud) COMO ABONO VERDE EN UN SISTEMA DE MAIZ (Zea mays L.)- FRIJOL  
(Phaseolus vulgaris L.) EN RELEVO EN ACOSTA-PURISCAL,  
SAN JOSE, COSTA RICA.

Tesis sometida a la consideración de la Comisión del Programa  
conjunto de Estudios de Pósgrado en Ciencias Agrícolas y Re-  
cursos Naturales de la Universidad de Costa Rica y el Centro  
Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza para optar  
al grado de

M A G I S T E R   S C I E N T I A E

por

*JOSE FERNANDO ARAYA SANCHEZ*

CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA  
DEPARTAMENTO DE PRODUCCION VEGETAL

Turrialba, Costa Rica

1986

AGRICULTOR:

*La tierra está a tu disposición  
para que la cultives, la conser-  
ves y la heredes a tus hijos en  
buenas condiciones de producción.*

D E D I C A T O R I A

A      *Cecilia*  
  
         *Laura*  
  
         *Fernando*

A      *Anita*  
  
         *Hernán*

A      *Maruja*  
  
         *Rodrigo*

*Al campesino de ladera*

A      *Costa Rica*

## AGRADECIMIENTO

Perdón a los omitidos pero sepan que tienen, también, mi más honesto agradecimiento.

A Cecilia, Laura y Fernando por su ayuda y entendimiento.

Al Ministerio de Agricultura y Ganadería por permitirme sus recursos para desarrollarme como profesional.

A la Dirección Regional Central del MAG por todo su apoyo.

Al CATIE y la U.C.R. por la oportunidad brindada.

Al Dr. Donald Kass sin cuya ayuda jamás hubiera realizado mis estudios de posgrado.

Al Ing. John Beer por todo su apoyo, estímulo y colaboración.

Al Dr. Jochen Heuveldopy a la G.T.Z. por su apoyo logístico.

A don Roberto Díaz-Romeu por la colaboración prestada.

A don José Arze B. por su participación en el Comité de Tesis.

Al Ing. Gilberth Charpentier por la oportunidad y estímulo en la competencia.

Al señor Gustavo López por los análisis estadísticos y al Ing. John Palmer por las sugerencias e ideas para dicho análisis.

A los compañeros de las promociones 82-84 y 83-85 por las vivencias com-

partidas.

Al señor Reyes Alberto Cordero Díaz por su invaluable colaboración, a sus hijos: Luis, José, Jorge, Marcos, María Elena y Yorleni, por su desinteresado apoyo y a su esposa, Benilda, por su disposición y ayuda.

A Ulises, Elvin y Eladio por su esfuerzo en el trabajo de campo.

A Enrique Martínez sin cuyo trabajo esta tesis no habría sido.

A Francisco Mora por su trabajo y seguimiento de campo.

A Francisco Vargas por su trabajo de campo.

Al personal del Laboratorio de Suelos del Departamento de Producción Vegetal del CATIE, por la ayuda en los análisis químicos.

Al señor Arq. Ronald Reyes por la realización de los dibujos y gráficos.

A la señora Marlene Oviedo Campos por el gran trabajo secretarial.

A, insisto, todos los omitidos.

A mi pueblo campesino.

A TODOS...

¡MUCHAS GRACIAS!

## BIOGRAFIA

El autor nació en Cartago, Costa Rica. Cursó sus estudios primarios en su ciudad natal en la Escuela Ascensión Esquivel y luego siguió sus estudios de secundaria en el Colegio San Luis Gonzaga y los concluyó en el Liceo de San José.

Cursó estudios universitarios, graduándose de Ingeniero Agrónomo en la Facultad de Agronomía de la Universidad de Costa Rica.

En marzo de 1977 ingresó al servicio del Ministerio de Agricultura y Ganadería donde se desempeñó hasta mediados de 1985 como especialista de granos básicos en la Dirección Regional Central (Puriscal).

En el CIMMYT, México, recibió un adiestramiento de 6 meses en investigación en fincas de agricultores.

En marzo de 1983 ingresa como estudiante graduado al Departamento de Producción Vegetal dentro del Programa conjunto Universidad de Costa Rica y Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, en Turrialba, Costa Rica, obteniendo el grado de Magister Scientiae en junio de 1986.

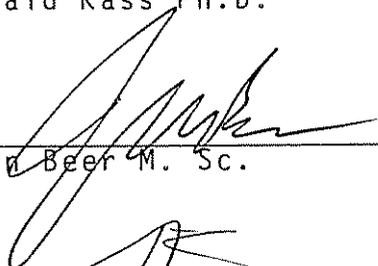
\*  
\*\*\*  
\*

Esta tesis ha sido aceptada en la forma presente por la Comisión del Programa de Posgrado en Ciencias Agrícolas y Recursos Naturales, bajo el convenio UCR-CATIE, como requisito parcial para optar el grado de:

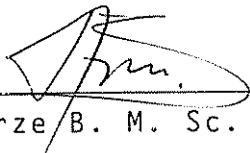
MAGISTER SCIENTIAE

  
Donald Kass Ph.D.

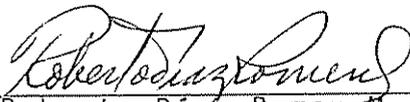
Profesor Consejero

  
John Beer M. Sc.

Miembro del Comité

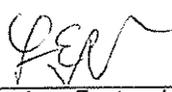
  
José Arze B. M. Sc.

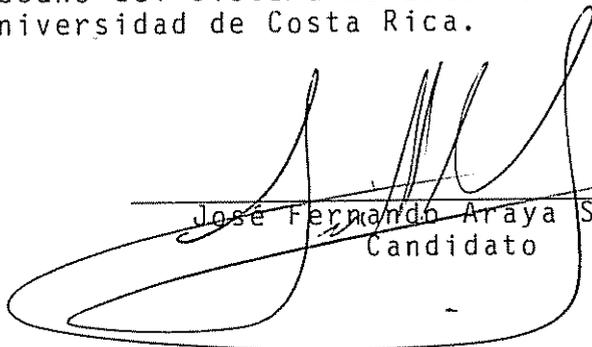
Miembro del Comité

  
Roberto Díaz-Romeu M. Sc.

Miembro del Comité

  
Director del Programa de Estudios de Posgrado en  
Ciencias Agrícolas y Recursos Naturales.

  
Decano del Sistema de Estudios de Posgrado de la  
Universidad de Costa Rica.

  
José Fernando Araya Sánchez  
Candidato

1986

Efecto del madero negro (Gliricidia sepium |Jacq| Steud) como abono verde en un sistema de maíz (Zea mays L.)-frijol Phaseolus vulgaris L.) en relevo en Acosta-Puriscal, San José, Costa Rica.

Gliricidia sepium, maíz, frijol, abono verde, relevo, producción estacas.

## R E S U M E N

Con el objetivo de evaluar los efectos del madero negro (Gliricidia sepium) usado como cobertura natural, como fuente de nitrógeno y sobre la conservación y protección de los suelos de la erosión hídrica, en una área de agricultura de ladera, en un sistema de maíz-frijol en relevo, se sembraron tres ensayos en la zona de Acosta-Puriscal, San José. En los mismos se utilizó un diseño de bloques completos al azar, cuatro repeticiones en uno (Jilgueral) y tres en los otros dos (Junquillo y Acosta) con densidades aproximadas de 53.333, 266.667 y 6.667 plantas/ha para maíz, frijol y Gliricidia, respectivamente.

Los tratamientos utilizados fueron: 1. sin cobertura ni herbicida ni nitrógeno; 2. sin cobertura ni nitrógeno y con herbicida; 3. sin cobertura, con nitrógeno y herbicida; 4. solo cobertura de Gliricidia; 5. solo cobertura no leguminosa; 6. cobertura no leguminosa con nitrógeno; 7. sin herbicida ni cobertura y con nitrógeno y 8. cobertura y siembra de estacas de Gliricidia. Todos los tratamientos recibieron fertilización base de P y K.

Entre los resultados más importantes se destacan:

1. Hubo efecto positivo en producción de grano, follaje y biomasa total de frijol con respecto a nitrógeno, en donde destacó, definitivamente, el aporte de nitrógeno que hace una cobertura de Gliricidia. En maíz este efecto fertilizante no se dio.

Estas variables y el análisis de nutrimentos en maíz y frijol, demuestran que las estacas sembradas de Gliricidia reducen la producción de ambos cultivos.

2. Durante el transcurso de estos ensayos tanto el comportamiento químico del suelo, como el de la maleza no se vieron afectados por la aplicación de Gliricidia como cobertura.
3. Altas cantidades de N, K, Ca y Mg aporta Gliricidia a los cultivos cuando se usó como cobertura. Acusa un evidente y bajo aporte de P al compararlo con fertilizantes industriales.
4. No se presentó efecto de los tratamientos en plantas emergidas y cosechadas.
5. Se presentó una sobrevivencia de 75% de las estacas de Gliricidia.
6. La producción de las estacas de Gliricidia en su primera poda (a los 16 meses) fue de 22 T/ha (13 para ramas y 9 para hojas).
7. Para predecir la producción de las estacas, sin importancia resultó el diámetro inicial pero como fundamental se mostró el mismo al momento de la poda.
8. Lo errático en cuanto a la tasa de retorno marginal de los diferentes tratamientos, impidió conclusiones claras con respecto al análisis económico efectuado.

Se recomienda: 1. Continuar los ensayos por más ciclos. 2. Aplicar las coberturas en maíz a los 20 o 30 días después de la siembra. 3. Usar Gliricidia como fuente de nitrógeno para los cultivos comerciales de frijol en la zona de Acosta-Puriscal. 4. Pruebas con otras especies forestales más ricas en fósforo, de manera que se pueda proveer de este ele-

mento a partir de abonos orgánicos verdes y 5. Continuar y profundizar la evaluación económica de los paquetes en cada tratamiento.

EFFECT OF Gliricidia sepium (Jacq) Steud AS A GREEN COVERING  
ON A RELIEF SYSTEM MAIZE (Zea mays L.) BEANS (Phaseolus vulgaris L.)  
IN ACOSTA-PURISCAL, SAN JOSE, COSTA RICA.

Gliricidia sepium, maize, beans, green manure, relief, stakes production.

S U M M A R Y

With the objective of evaluating the effects of Gliricidia sepium used as a mulch, nitrogen source and for soil conservation and protection from hydric erosion in an agricultural hillside area planted with a maize-bean relay system, three trials were planted in the zone of Acosta-Puriscal, San José, Costa Rica. A randomized complete block design was utilized, with four repetitions in one of the trials (Jilgueral) and three in the other two (Junquillo y Acosta), with densities of 53.333, 266.666 and 6.667 plants per hectare for maize, beans and Gliricidia, respectively.

The treatments utilized were: 1. Without mulch, herbicide and nitrogen; 2. Without mulch and nitrogen, with herbicide; 3. Without mulch, with nitrogen and herbicide; 4. Gliricidia mulch; 5. Non-leguminous mulch; 6. Non-leguminous mulch with nitrogen; 7. Without herbicide and mulch, with nitrogen and 8. Mulch and planted stakes of Gliricidia. All treatments received P and K fertilizer.

The most important results were:

1. Nitrogen had a positive effect on the production of grain, foliage and total biomass of beans, and an imported Gliricidia mulch proved equal to inorganic N fertilizer as a source of this element. However, in maize this effect was not found. Study of the above variables, and analyses of nutrients in beans and maize showed that alley-cropping with Gliricidia stakes reduced the production of both.
2. The chemical properties of the soil, and weed growth, were not affected by the application of Gliricidia mulch, during the period reported herein.

3. Gliricidia provides large quantities of N, K, Ca and Mg to the crops, when applied as a mulch. However, it contains little P compared to the industrial fertilizers.
4. None of the treatments affected the number of emerged and harvested crop plants.
5. Survival of the Gliricidia stakes was 75%.
6. Biomass production (green weight) from the Gliricidia stakes, when they were first pruned at 16 months, was 22 T/ha (12 T/ha branches and 9 T/ha leaves).
7. The initial diameter of the stakes has no value as a independent variable for the prediction of biomass production, but the diameter at the time of pruning has a positive highly significant correlation with the quantity of mulching material produced.
8. The values derived for the rate of marginal return of the different treatments were very erratic, and it was not possible to make any conclusions from the economic analysis.

The following recommendations were made:

1. Continue the trials for several more cycles.
2. Apply the mulch to maize 20-30 days after planting rather at the same time.
3. Use Gliricidia as a N source for commercial bean planting in the zones of Acosta and Puriscal.
4. Test other tree species as a source of a mulch with higher P contents than that in Gliricidia.

5. Continue and refine the economic analysis of each treatment.

# I N D I C E

	<u>Página</u>
RESUMEN.....	<i>viii</i>
SUMMARY.....	<i>xi</i>
INDICE.....	<i>xiv</i>
LISTA DE CUADROS.....	<i>xvii</i>
LISTA DE FIGURAS.....	<i>xxiii</i>
I. INTRODUCCION.....	1
II. REVISION DE LITERATURA.....	3
1. Coberturas orgánicas de suelo.....	3
1.1. Importancia en el control de malezas.....	3
1.2. Importancia en el rendimiento de los cultivos.....	4
2. <u>Gliricidia sepium</u> .....	6
2.1. Origen y usos de la especie.....	6
2.2. Uso como abono verde.....	6
2.3. Productividad.....	14
a. Cerca viva.....	14
b. Asociación con cultivos anuales.....	16
c. Asociación con cultivos perennes.....	18
d. Plantaciones puras.....	19
2.4. Supervivencia de estacas.....	20
2.5. Composición química.....	21
III. MATERIALES Y METODOS.....	23
1. Localización del estudio.....	23
2. Metodología experimental.....	23
2.1. Objetivos.....	23
2.2. Modelo.....	23
2.3. Tratamientos.....	25
2.4. Diseño de campo.....	25

	<u>Página</u>
2.5. Cronología de ciclos.....	25
2.6. Agronomía de las especies.....	28
3. Estadísticas evaluadas.....	28
3.1. Componentes de rendimiento de cultivos anuales.....	28
3.2. En suelo.....	28
3.3. En malezas.....	28
3.4. En <u>Gliricidia sepium</u> .....	28
3.5. En las coberturas de suelo.....	30
3.6. Nutrimentos en cultivos anuales.....	30
4. Análisis de las estadísticas.....	30
IV. RESULTADOS.....	33
1. Condiciones de precipitación durante el desarrollo del trabajo.....	33
2. Componentes de rendimiento en los cultivos anuales.....	33
2.1. Plantas emergidas.....	33
2.2. Plantas cosechadas.....	33
2.3. Peso de grano.....	33
2.4. Peso de follaje y biomasa total.....	38
2.5. Nutrimentos en plantas.....	38
3. Comportamiento del suelo al inicio y final de cada ciclo.....	46
4. Número y biomasa de maleza.....	46
5. Comportamiento de <u>Gliricidia sepium</u> .....	46
5.1. Arraigo de estacas.....	46
5.2. Diámetro de estacas.....	50
5.3. Producción de biomasa en la primera poda de Jilgueral.....	50
5.4. Relación de la producción con diámetro.....	50
6. Análisis químico de la cobertura de suelo.....	58
7. Análisis Económico.....	58
V. DISCUSION.....	76
1. Comportamiento del suelo durante el transcurso del ensayo.....	76
2. Efecto de la precipitación.....	76

	<u>Página</u>
3. Comportamiento del rendimiento en los tratamientos aplicados.....	77
3.1. Efecto del N.....	77
3.2. Efecto de los herbicidas.....	77
3.3. Efecto de las coberturas.....	78
4. Comportamiento del peso de follaje con respecto a los tratamientos.....	79
5. Respuesta de la biomasa total a la aplicación de los tratamientos.....	81
6. Comportamiento de los nutrimentos en plantas de maíz y frijol.....	85
6.1. Competencia por nutrimentos.....	85
6.2. Efecto de la lluvia.....	86
6.3. Efecto de las coberturas.....	86
7. Comportamiento de la maleza.....	86
8. Comportamiento de <u>Gliricidia sepium</u> .....	87
8.1. Arraigo de estacas.....	87
8.2. Producción.....	87
8.3. Producción y diámetro inicial.....	89
8.4. Producción y diámetro final.....	89
9. Comportamiento químico de las coberturas.....	90
9.1. <u>Gliricidia sepium</u> .....	90
9.2. <u>Hypharrenia rufa</u> .....	90
10. Análisis Económico.....	90
VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	92
1. Conclusiones.....	92
2. Recomendaciones.....	93
VII. BIBLIOGRAFIA.....	95
VIII. ANEXOS.....	104

## LISTA DE CUADROS

		<u>Página</u>
CUADRO 1.	Efecto de la asociación de <u>Gliricidia</u> , maíz y caupí en el rendimiento de <u>Los mismos</u> .....	10
CUADRO 2.	Comportamiento de 2 fracciones de nitrógeno en 3 tipos de suelos durante 30 días de incubación.....	13
CUADRO 3.	Producción, variables y modelos con coeficientes de determinación obtenidos por Beliard (8) por finca y corte, San Carlos, Costa Rica.....	15
CUADRO 4.	Composición química de hojas y tallos de <u>Gliricidia sepium</u> según varios autores.....	22
CUADRO 5.	Características edafo-climáticas de los sitios experimentales, en ensayos maíz-frijol/ <u>Gliricidia</u> , Acosta-Puriscal, San José, Costa Rica, 1986.....	24
CUADRO 6.	Tratamientos utilizados en ensayos maíz y frijol/ <u>Gliricidia</u> , Acosta-Puriscal, San José, Costa Rica, 1986.....	26
CUADRO 7.	Cronología de los ciclos en los 3 sitios, en ensayos maíz-frijol/ <u>Gliricidia</u> , Acosta-Puriscal, San José, Costa Rica, 1986.....	27
CUADRO 8.	Prácticas agronómicas utilizadas en ensayos maíz-frijol/ <u>Gliricidia</u> , Acosta-Puriscal, San José, Costa Rica, 1986.....	29
CUADRO 9.	Matriz de contrastes planeados en ensayos	

	maíz-frijol/ <u>Gliricidia</u> , Acosta-Puriscal, San José, Costa Rica, 1986.....	31
CUADRO 10.	Plantas emergidas y cosechadas, en ensayos, maíz-frijol/ <u>Gliricidia</u> , Acosta-Puriscal, San José, Costa Rica, 1986.....	35
CUADRO 11.	Rendimiento de maíz y frijol en ensayos maíz-frijol/ <u>Gliricidia</u> , Acosta-Puriscal, San José, Costa Rica, 1986.....	36
CUADRO 12.	Contrastes de rendimiento en ensayos maíz- frijol/ <u>Gliricidia</u> , Acosta-Puriscal, San José, Costa Rica, 1986.....	37
CUADRO 13.	Producción de follaje de maíz y frijol, en ensayos maíz-frijol/ <u>Gliricidia</u> , Acosta- Puriscal, San José, Costa Rica, 1986.....	39
CUADRO 14.	Contrastes de peso de follaje, en ensayos maíz-frijol/ <u>Gliricidia</u> , Acosta-Puriscal, San José, Costa Rica, 1986.....	40
CUADRO 15.	Biomasa total de maíz y frijol en ensayos maíz-frijol/ <u>Gliricidia</u> , Acosta-Puriscal, San José, Costa Rica, 1986.....	41
CUADRO 16.	Contrastes de biomasa total, en ensayos maíz-frijol/ <u>Gliricidia</u> , Acosta-Puriscal, San José, Costa Rica, 1986.....	42
CUADRO 17.	Promedios de nutrimentos, ciclos 1 y 2, en ensayos maíz-frijol/ <u>Gliricidia</u> , Acosta- Puriscal, San José, Costa Rica, 1986.....	43
CUADRO 18.	Nutrimentos en plantas de maíz y frijol en ensayos maíz-frijol/ <u>Gliricidia</u> , Acosta- Puriscal, San José, Costa Rica, 1986.....	44

CUADRO 19.	Contrastes en nutrimentos de plantas de maíz y frijol en ensayos maíz-frijol/ <u>Gliricidia</u> , Acosta-Puriscal, San José, Costa Rica, 1986.....	45
CUADRO 20.	Promedios de variables evaluadas en suelo en ensayos maíz-frijol/ <u>Gliricidia</u> , Acosta-Puriscal, San José, Costa Rica, 1986.....	47
CUADRO 21.	Promedios de las variables no significativas de las malezas en ensayos de maíz-frijol/ <u>Gliricidia</u> , Acosta-Puriscal, San José, Costa Rica, 1986.....	48
CUADRO 22.	Comportamiento de las variables significativas en malezas en ensayos maíz-frijol/ <u>Gliricidia</u> , Acosta-Puriscal, San José, Costa Rica, 1986.....	49
CUADRO 23.	Resultados de lectura de diámetro de <u>Gliricidia sepium</u> al inicio y final de cada ciclo, en ensayos de maíz-frijol/ <u>Gliricidia</u> , Acosta-Puriscal, San José, Costa Rica, 1986.....	51
CUADRO 24.	Producción de <u>Gliricidia sepium</u> en la primera poda de Jilgueral, en ensayos maíz-frijol/ <u>Gliricidia</u> , Acosta-Puriscal, San José, Costa Rica, 1986.....	52
CUADRO 25.	Características del agrupamiento de diámetro inicial (0,5 cm), en la primera poda de <u>Gliricidia sepium</u> , en ensayos maíz-frijol/ <u>Gliricidia</u> , Acosta-Puriscal, San José, Costa Rica, 1986.....	53
CUADRO 26.	Características del agrupamiento de diámetro inicial (1,0 cm) en la primera poda de <u>Gliricidia sepium</u> , en ensayos maíz-frijol/ <u>Gliricidia</u> , Acosta Puriscal, San José, Costa Rica, 1986.....	54

CUADRO 27.	Regresión de diámetro final contra producción en primera poda de <u>Gliricidia sepium</u> , en ensayos maíz-frijol/ <u>Gliricidia</u> , Acosta-Puriscal, San José, Costa Rica, 1986.....	57
CUADRO 28.	Características del agrupamiento de diámetro final (0,5 cm), en la primera poda de <u>Gliricidia sepium</u> , en ensayos maíz-frijol/ <u>Gliricidia</u> , Acosta-Puriscal, San José, Costa Rica, 1986.....	59
CUADRO 29.	Características del agrupamiento de diámetro final (1,0 cm) en la primera poda de <u>Gliricidia sepium</u> , en ensayos maíz-frijol/ <u>Gliricidia</u> , Acosta-Puriscal, San José, Costa Rica, 1986.....	60
CUADRO 30.	Resultados de los análisis químicos de <u>Gliricidia sepium</u> aplicada al suelo, en ensayos maíz-frijol/ <u>Gliricidia</u> , Acosta-Puriscal, San José, Costa Rica, 1986.....	63
CUADRO 31.	Resultados de los análisis químicos de las coberturas no leguminosas en ensayos maíz-frijol/ <u>Gliricidia</u> , Acosta-Puriscal, San José, Costa Rica, 1986.....	64
CUADRO 32.	Estimación de costos variables de campo, por ha, para cada práctica involucrada en los tratamientos en ciclo 1: frijol, en ensayos maíz-frijol/ <u>Gliricidia</u> , Acosta-Puriscal, San José, Costa Rica, 1986.....	65
CUADRO 33.	Presupuesto parcial de datos promedios, ciclo 1: frijol, en ensayos de maíz-frijol/ <u>Gliricidia</u> , Acosta-Puriscal, San José, Costa Rica, 1986.....	66
CUADRO 34.	Análisis de dominancia de datos de ciclo 1: frijol en ensayo de maíz-frijol/	

	<u>Gliricidia</u> , Acosta-Puriscal, San José, Costa Rica, 1986.....	67
CUADRO 35.	Análisis marginal de tratamientos, en ciclo 1: frijol, en ensayos maíz-frijol/ <u>Gliricidia</u> , Acosta-Puriscal, San José, Costa Rica, 1986.....	68
CUADRO 36.	Estimación de costos variables de campo, por ha, para cada práctica involucrada en los tratamientos, ciclo 3: frijol, en ensayos maíz-frijol/ <u>Gliricidia</u> , Acosta- Puriscal, San José, Costa Rica, 1986.....	69
CUADRO 37.	Presupuesto parcial de datos promedios, ciclo 3: frijol en ensayos de maíz-fri- jol/ <u>Gliricidia</u> , Acosta-Puriscal, San Jo- sé, Costa Rica, 1986.....	70
CUADRO 38.	Análisis de dominación de datos de ci- clo 3: frijol, en ensayos de maíz- frijol/ <u>Gliricidia</u> , Acosta-Puriscal, San José, Costa Rica, 1986.....	71
CUADRO 39.	Estimación de costos variables de campo, por ha, para cada práctica involucrada en los tratamientos, ciclo 2: maíz, en ensayos maíz-frijol/ <u>Gliricidia</u> , Acosta- Puriscal, San José, Costa Rica, 1986.....	72
CUADRO 40.	Presupuesto parcial de datos promedios, ciclo 2: maíz, ensayo de maíz-frijol/ <u>Gliricidia</u> , Acosta-Puriscal, San José, Costa Rica, 1986.....	73
CUADRO 41.	Análisis de dominancia de datos, ciclo 2: maíz, en ensayos de maíz-frijol/ <u>Gli- ricidia</u> , Acosta-Puriscal, San José, Cos- ta Rica, 1986.....	74

CUADRO 42.	Análisis marginal de tratamientos, ciclo 2: maíz, en ensayos maíz-frijol/ <u>Gliricidia</u> , Acosta-Puriscal, San José, Costa Rica, 1986.....	75
CUADRO 43.	Efecto de las coberturas de suelo sobre el rendimiento de maíz y frijol, en ensayos maíz-frijol/ <u>Gliricidia</u> , Acosta-Puriscal, San José, Costa Rica, 1986.....	80
CUADRO 44.	Efecto de las coberturas de suelo sobre la producción de follaje, en ensayos maíz-frijol/ <u>Gliricidia</u> , Acosta-Puriscal, San José, Costa Rica, 1986.....	82
CUADRO 45.	Correlación de peso de follaje y biomasa total con rendimiento, en ensayos maíz-frijol/ <u>Gliricidia</u> , Acosta-Puriscal, San José, Costa Rica, 1986.....	83
CUADRO 46.	Efecto de las coberturas sobre la biomasa total, en ensayos maíz-frijol/ <u>Gliricidia</u> , Acosta-Puriscal, San José, Costa Rica, 1986.....	84
CUADRO 47.	Porcentaje de arraigo de <u>Gliricidia sepium</u> en las tres resiembras de Jilgueral, en ensayos maíz-frijol/ <u>Gliricidia</u> , Acosta-Puriscal, San José, Costa Rica, 1986.....	88
CUADRO 1A.	Producción de <u>Gliricidia sepium</u> en la primera poda en Jilgueral, en ensayos maíz-frijol/ <u>Gliricidia</u> , Acosta-Puriscal, San José, Costa Rica, 1986.....	105

\*  
\*\*\*  
\*

## LISTA DE FIGURAS

		<u>Página</u>
FIGURA 1.	Distribución de la precipitación y de los ciclos, en ensayos maíz-frijol/ <u>Gliricidia</u> , Acosta-Puriscal, San José, Costa Rica, 1986.....	34
FIGURA 2.	Representación de las regresiones de clase de 0,5 cm de diámetro inicial contra producción de <u>Gliricidia sepium</u> , en ensayos maíz-frijol/ <u>Gliricidia</u> , Acosta-Puriscal, San José, Costa Rica, 1986.....	55
FIGURA 3.	Representación de las regresiones de clase de 1,0 cm de diámetro inicial contra producción de <u>Gliricidia sepium</u> , en ensayos maíz-frijol/ <u>Gliricidia</u> , Acosta-Puriscal, San José, Costa Rica, 1986.....	56
FIGURA 4.	Representación de las regresiones de clase de 0,5 cm de diámetro final contra producción de <u>Gliricidia sepium</u> , en ensayos maíz-frijol/ <u>Gliricidia</u> , Acosta-Puriscal, San José, Costa Rica, 1986.....	61
FIGURA 5.	Representación de las regresiones de clase de 1,0 cm de diámetro final contra producción de <u>Gliricidia sepium</u> , en ensayos maíz-frijol/ <u>Gliricidia</u> , Acosta-Puriscal, San José, Costa Rica, 1986.....	62

\*  
\*\*\*  
\*

## I. INTRODUCCION

El presente trabajo se realizó en el área de Acosta-Puriscal donde, la producción de granos básicos, principalmente maíz y frijol, con zonas que incluyen una enorme extensión y una gran población dedicada a estos cultivos en pendientes de suelo que van de 10% a más de 60%, tiene limitaciones agronómicas serias.

Para condiciones de esta naturaleza, el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) ha decidido poner énfasis en todas aquellas prácticas agronómicas, que si bien no eliminan el daño físico, biológico y químico que el cultivo de especies anuales y la ganadería provocan, lo reducen a niveles menos dañinos al equilibrio ecológico necesario para evitar la acelerada degradación que se da en el presente. El objetivo de estos programas es generar condiciones y alternativas, económicas y sociales que permitan a la zona recuperar parte de los enormes valores ecológicos perdidos.

Para tratar de alcanzar lo anterior se ha venido trabajando con mínima labranza, relevo de cultivos, reforestación, ganadería intensiva, conservación de suelos, etc., prácticas que se han difundido al agricultor en forma paulatina, pero creando, además, expectativas de una mayor necesidad de información, investigación y validación de tecnología, generadas o acordes con las características agro-climáticas y edáficas de la región.

Contando con la colaboración de instituciones como CATIE, la Agencia para Ayuda Exterior de Alemania (GTZ), la Dirección General Forestal, la Dirección de Investigaciones del MAG y otras, en unión con el cuerpo de técnicos del MAG en la región, se ha realizado un esfuerzo por tratar de identificar y caracterizar los principales componentes y el efecto de las tecnologías, generadas en condiciones diferentes, sobre la actividad agrícola de la zona.

De este esfuerzo se han derivado actividades, que pretenden solucionar la problemática apuntada, como son: validación de tecnología en campos de agricultores, en sistemas de producción agrosilvo-pastoriles; intensificación de los programas de reforestación y control de talas; intensificación de los programas de café y cítricos orientados a un uso más eficiente de la mano de obra; identificación y promoción de áreas con mayor potencial para la producción rentable de cultivos anuales.

Por lo tanto, los objetivos fundamentales de este trabajo son los de evaluar una asociación de Gliricidia sepium con los cultivos maíz y frijol en relevo y los efectos de la misma usada como cobertura natural y como fuente de nutrimentos, principalmente nitrógeno.

El presente trabajo se realizó en las localidades de Jilgueral y Junquillo de Puriscal y Agua Blanca de Acosta en fincas de agricultores. Fue planeado de tal forma que se pudiera contar con información de dos ciclos de frijol y uno de maíz en Jilgueral y uno de frijol en Junquillo y Acosta. Además de que siga brindando información a largo plazo para lo cual se estructuró un plan de trabajo con la participación del Departamento de Producción Vegetal, Departamento de Recursos Naturales (a través de los trabajos de la GTZ en la zona) y con la Dirección Regional Central del MAG.

## II. REVISION DE LITERATURA

### 1. Coberturas Orgánicas de Suelos

Las coberturas orgánicas tienen varios efectos tanto sobre el suelo como sobre los cultivos tales como: efectos fertilizantes (24, 40, 53, 63, 71), efectos herbicidas (39, 53), efectos en rendimiento (24, 26, 53) y efectos en las propiedades físico-químicas del suelo (10, 18, 45, 61, 76, 83, 84, 85, 92).

#### 1.1. Importancia en el control de malezas

La1 (53, 54) reportó que con el uso de coberturas suprimió significativamente el crecimiento de la maleza, de tal forma que el peso fresco de la misma, 8 semanas después de la siembra fue: con paja de arroz 14,9 kg/parcela, con una capa de hojas 12,9 kg/parcela y el control 45,9 kg/parcela.

Alberty Rodríguez (2) indicó que no encontró diferencia estadística sobre la presencia de malas hierbas entre tratamientos de suelo limpio y suelo con diferentes tipos de coberturas vegetales.

Trabajos de I.I.T.A. (36) demostraron que el uso de cobertura (incluyendo coberturas vivas) tiene un potencial para minimizar la necesidad de controlar malezas en maíz. Además (39), cuando trabajaron Gliricidia asociada con cultivos, el efecto de cobertura fue positivo y totalmente relacionado con la cantidad de luz que le llegaba a la maleza. Al 1 m del borde de Gliricidia la materia seca de maleza fue de 0,11 kg/m<sup>2</sup> con radiación de 17%, mientras que a 2 m la radiación fue de 55%, lo que indujo a una producción de 0,24 kg/m<sup>2</sup> de materia seca.

Otro estudio (88) demostró la importancia de la cobertura aérea (no a ras del suelo) en el control de malezas. Al asociar Leucaena con maíz, la supresión de maleza fue de 80% sobre el control sin cobertura y con caupí fue de 86%.

## 1.2. Importancia en el rendimiento de los cultivos

El efecto positivo de las coberturas sobre el rendimiento fue demostrado desde principios de siglo cuando Pieters (69) cita resultados de investigaciones donde, el maíz produjo 2,2 T/ha con cobertura verde sobre el suelo, 1,6 T/ha con cobertura seca y 1,2 T/ha sin coberturas.

Bonnet (10) reportó que el usar Stizolobium duringianum como cobertura obtuvo una producción de maíz de 1,6 T/ha al aplicar 12,4 T/ha de cobertura seca y 1,8 T/ha con 62 T/ha sin diferencia estadística, mientras que sin cobertura el rendimiento fue 1,2 T/ha.

Lugo-López et al. (57) no encontraron efecto al aplicar Mucuna pruriens como cobertura verde, en un suelo laterítico, en dosis de 62 T/ha. Mientras que en un latosol, si lo encontraron al producir 0,5 T/ha el testigo contra los tratamientos de abono verde que tuvieron 2,0 T/ha.

Zingg y Whitfield (93) mostraron que, además de la cobertura de suelo, los tipos de coberturas son importantes. Demostraron como una alternancia de trigo-barbecho-trigo, dejando los residuos como cobertura, supera en rendimiento a coberturas de solo trigo (2,3 T/ha en el primer caso y 1,5 T/ha en el segundo). También reportaron resultados de experimentos en donde el rendimiento de trigo resultó ser igual en parcelas aradas y con cobertura (1,5 T/ha).

Greb, Smika y Black (26) no obtuvieron resultados, al usar paja de trigo como cobertura, en el rendimiento de trigo (2,5 T/ha grano y 7,6 T/ha de materia seca al no agregar paja y 2,2 T/ha y 6,5 T/ha de grano y materia seca, respectivamente con 6,7 T/ha de paja).

La1 (53,54) obtuvo un efecto significativo al comparar tratamientos de cobertura contra no cobertura en maíz. El promedio de rendimiento con la primera fue de 4 T/ha y sin ella 2,8 T/ha.

Un trabajo de I.I.T.A. (33) mostró como el maíz respondió al uso de coberturas (5 T/ha con ella y 4 T/ha sin cobertura). Sin embargo, este efecto no se presentó en caupí y soya.

I.I.T.A. (34) presentó, también el efecto de las coberturas en la producción de yuca (Manihot esculenta). Donde, las coberturas plásticas y leguminosas superaron a las de gramíneas y estas últimas, no se diferenciaron del suelo desnudo. En el caso del maíz, sólo las coberturas leguminosas superaron al testigo de suelo descubierto (4,0 T/ha coberturas leguminosas; 3,3,3,6 y 3,4 T/ha para suelo desnudo, coberturas no leguminosas y plásticas, respectivamente). Además, el caupí no mostró diferencias entre los tipos de coberturas y en la soya (Glycine max) todas las coberturas superaron al suelo desnudo pero sin diferir entre ellas.

Juo y Lal (44), encontraron diferencias significativas al sembrar maíz sobre residuos de sí mismo.

La producción fue de 7,8 T/ha contra 6,4 T/ha en donde no había residuos.

Alberty Rodríguez (2) en una asociación maíz-frijol dentro de una plantación forestal, mostró que los rendimientos, tanto de frijol como de maíz, fueron inferiores con cobertura de rastrojo de maleza (783 y 354 kg/ha para maíz y frijol, respectivamente) que con el tratamiento de terreno limpio (1.077 y 542 kg/ha para maíz y frijol, respectivamente). En una segunda época y sólo maíz, los resultados fueron idénticos (1.673 kg/ha en terreno limpio contra 1.069 kg/ha con cobertura).

Quinlan (71) no obtuvo con el uso de coberturas de Erythrina peopigiana y Gmelina arborea, ningún efecto en el rendimiento de maíz.

## 2. GLIRICIDIA SEPIUM

### 2.1. Origen y usos de la especie

El género Gliricidia es de origen tropical americano, se compone de 10 especies que se encuentran desde México hasta Venezuela, siendo esta (sepium) la más conspicua de ellas. A partir de su centro de origen, ha sido distribuida a la mayoría de las condiciones tropicales del mundo (6, 11, 25 y 62).

Este árbol alcanza hasta 12 m de altura, con flores blancas o rosadas, hojas compuestas. El fruto consiste en vainas y granos con un número de 14 genes haploides (25 y 62). Mora Hernández (62), presenta una descripción botánica de la especie y sus principales características.

Gliricidia sepium es una especie de múltiples usos, a saber:

Hojas: Se emplean como forraje para animales, repelente de plagas en cultivos y animales, abono verde, cobertura de suelo y como medicina (6, 55, 58, 62, 64, 66, 73).

Flores: Sirven para alimento humano (ver receta en Baggio (6)) y como fuente de miel para abejas (6, 11, 64).

Madera: Se usa como leña, para construcciones, postes telegráficos y para cercas. Tallado e industria de maderas en general (6, 11, 58, 64).

Arbol: Se utiliza como cerca viva, para la producción de postes, como sombra en cultivos asociados, para fijación de nitrógeno y para la recuperación de tierras degradadas (6, 7, 11, 58, 64, 66, 73).

### 2.2. Uso como abono verde

Kumaraperumal et al. (52) reportaron que la caña de azúcar

(Sacharum officinalis) produjo 90 T/ha de caña y 10,4 T/ha de azúcar, con la incorporación al suelo de Gliricidia a los 100 días de sembrada, de tal forma que suplieron 70 kg/ha de N; superando significativamente a otros tratamientos en los que se aplicó otros materiales.

Singh y Sinha (77) encontraron un efecto positivo con el uso de materia verde de Gliricidia sepium en trigo, obteniendo que, con la aplicación de 61 T/ha, el mismo produjo 2,5 T/ha contrastando con las dosis de 20 y 41 T/ha que produjeron 1,9 T/ha. Aquí Gliricidia sólo fue superada por Indigofera tinctoria y Sesbania speciosa. El rendimiento del trigo sin ninguno de estos abonos verdes fue de 0,7 T/ha.

Hernández et al. (28), en arroz, encontraron respuesta lineal a la aplicación de diferentes dosis de hojas verdes de Gliricidia. Ellos mostraron que, con 4 T/ha de hojas, el arroz produjo 1,8 T/ha y con 10 T/ha, 2,3 T/ha, superando al testigo en 45% y 82% respectivamente. La dosis más baja de hojas (4 T/ha) produjo 4,1 T/ha de paja contra 4,9 T/ha de paja para la dosis más alta, de tal forma que en un 24% y 47% respectivamente, superaron al testigo.

Al aplicar una cantidad de hojas de Gliricidia, equivalente a 50 kg/ha de N, en un trabajo de invernadero, Varadarajan y Sanyasi (80) encontraron una producción de 9,8 g de grano y 19 g de paja por maceta. Sin aquella la producción fue de 6,8 g y 12 g para grano y paja, respectivamente. En el peso de 100 granos no hubo respuesta significativa; además reportan una nitrificación del 26,7% en 6 semanas.

Nagarajah y Amarasiri (63) en ensayos usando Gliricidia sepium en arroz, encontraron que, al aplicar 4,5 T/ha de hojas verdes, la producción no fue diferente a la del testigo (3,9 vrs. 3,8 T/ha de arroz, respectivamente), pero al agregar 9 T/ha, la producción fue de 4,6 T/ha de arroz. Además, encontraron que al mezclar 9 T/ha de hojas verdes con 4 kg N, 10,6 kg P y 8,4 kg de K/ha (como abono inorgánico), el rendimiento aumentó a 6,4 T/ha, superando significativamente al fertilizante recomen-

dado en la zona. Lo explicaron indicando que la mezcla brinda 96 kg de N, 12,1 kg de P y 33,9 kg de K/ha contra 69, 19,8 y 18 kg/ha de N, P y K de la fórmula recomendada (asumen 50% de eficiencia del abono verde).

Reddi et al (72), trabajando con arroz, encontraron diferencia significativa entre 0,75 T/ha de Gliricidia fresca y el testigo, tanto en grano como en paja (3.445 kg/ha contra 2.074 kg/ha en grano y 7.030 kg/ha contra 4.040 kg/ha en paja). Al duplicar la cantidad de hojas (15 T/ha) el rendimiento aumentó a 4.392 kg/ha de grano y 8.230 kg/ha de paja. Sin embargo, al agregar a ambas dosis 120 kg de N, 60 Kg de  $P_2O_5$  y 60 kg de  $K_2O$ /ha, no encontraron diferencias entre ambas dosis de hojas, aunque sí, diferencias con respecto a cada abono verde sólo y a la fórmula sola, tanto en grano como en paja (6.582 kg/ha de arroz y 13.910 kg/ha de paja para 15 T/ha más fórmula; 6.176 kg/ha de arroz y 12.950 kg/ha de paja para 0,75 T/ha más la fórmula y 5.500 kg/ha de arroz y 11.210 kg/ha de paja para la fórmula sola). Incluso reportan que el efecto de abono verde fue cuadrático.

Sumamente escasa es la literatura acerca del efecto de Gliricidia sepium en maíz y frijol. Solamente algunas experiencias del Instituto Internacional de Agricultura (IITA), sirven para ilustrarlo.

En un reporte de IITA (35) presentaron resultados de un ensayo de asociación maíz-Gliricidia y caupí (en relevo) en donde las estacas se sembraron a 2,25; 3,75 y 6,75 m entre surcos y a 0,50 m entre plantas. Se demostró que los diferentes espaciamientos no afectaron los rendimientos de maíz (5.062 kg/ha como promedio). Para el caupí, el efecto fue diferente, de manera que 854, 586 y 339 kg/ha correspondieron respectivamente, a cada espaciamiento.

IITA (36) reportó que al trabajar con 3 espaciamientos de Gliricidia asociada con maíz, no hubo efectos significativos en la producción de éste, lo que se atribuye a la baja contribución de nitrógeno de la misma.

Wilson y Reed (91), demostraron que Gliricidia sepium, Tephrosia candida, Cajanus cajan y Leucaena leucocephala, sembradas a 4 x 0,5 m, no tuvieron ningún efecto sobre el rendimiento del maíz, ni éste sobre las especies arbóreas asociadas a él.

Un trabajo de Wilson (89) en donde se asocia Gliricidia con maíz y caupí en relevo, con fertilización (60 kg de N, 125 kg de  $P_2O_5$  y 60 kg de  $K_2O$ /ha) y sin ella, demostró que el rendimiento del maíz es igual para ambos (5,2 T/ha con fertilización contra 4,4 T/ha con solo Gliricidia) y además que el uso de Gliricidia supera a una no leguminosa (Acioa barteri) y al rebrote natural (testigo). Indicó que Gliricidia aportó 13 T/ha de materia verde por poda. Además reportó que no hay ningún efecto de los tratamientos sobre el caupí, lo que atribuyó a que Gliricidia se descompuso rápidamente (6 semanas) mientras que Acioa lo hizo lentamente, persistiendo la cobertura a través de ambas estaciones de crecimiento.

Kang (47) mostró que, para maíz Gliricidia es menos efectiva que la urea, como fuente de nitrógeno. Además, demostró que al aplicar e incorporar follaje de Gliricidia en bandas tanto anchas como angostas, las primeras superan a las segundas y a la distribución al azar en la superficie (2,4 T/ha en bandas anchas contra 1,8 T/ha de promedio para los otros 2 métodos).

El IITA (38) reportó los resultados de un ensayo en donde se asoció maíz y Gliricidia, (con y sin fertilización) además se incluyó el caupí como relevo pero sin fertilizantes para evaluar el efecto residual. También incluía 2 espaciamientos del componente arbóreo, a saber: 2 y 4 m entre calles. Los resultados de este trabajo se presentan en el Cuadro 1.

Los autores explican los resultados de la siguiente manera: por ser el suelo un alfisol erosionado, los efectos de la asociación de maíz con Gliricidia son positivos. Para el caso del caupí, la Gliricidia no fue podada en el primer año de siembra, de tal forma que el cultivo anual soportó mucha sombra, lo que explicó el bajo rendimiento mostrado en el

Cuadro 1. Efecto de la asociación de Gliricidia, maíz y caupí en el rendimiento de Tos mismos (1).

TRATAMIENTO DE GLIRICIDIA	RENDIMIENTO	
	MAIZ kg/ha	CAUPI
2 m espaciamiento	1.943 c <sup>(2)</sup>	388 b
sin fertilizante	(1.343) <sup>(3)</sup>	(904)
4 m espaciamiento	2.221 b	1.619 a
sin fertilizante	(1.619)	(1.048)
2 m espaciamiento	3.471 a	403 b
con fertilizante <sup>(4)</sup>	(2.360)	(842)
4 m espaciamiento	3.471 a	1.698 a
con fertilizante	(2.684)	(1.829)

(1) Tomado y adaptado de I.I.T.A., 1982 (38).

(2) Al 5% de probabilidad.

(3) Testigo sin asocio con Gliricidia, entre paréntesis.

(4) 90-40-40 kg/ha de N-P-K.

espaciamiento de 2m.

En ensayos realizados por Kang (46), se comparó el efecto del abonamiento nitrogenado de maíz con hojas de Gliricidia, contra el de urea. Se obtuvo que 80 kg/ha de N a partir de Gliricidia fresca no se diferenciaron de 80 a 120 kg/ha de N aportados por la urea. También se encontró que, tanto con 40 como con 80 kg/ha de N a partir de Gliricidia fresca, superó a la misma a iguales dosis de Gliricidia seca. Una cantidad de 40 kg/ha de N a partir de Gliricidia seca no superó al control sin fertilización.

Wilson y Okoli (90) mostraron que, con poda total de árboles de Gliricidia y con el uso de su producción como abono verde más 60 kg N, 125 kg P y 60 kg K/ha y sin fertilización, el maíz produjo 5 T/ha y 3,7 T/ha sin el mismo. Indicaron que cuando se usó rebrote natural con fertilización, la producción fue de 3,8 T/ha y 2,7 T/ha sin ella. Para el caupí, que actuó como relevo, no hubo efecto de fertilización (0,5 T/ha con fertilización residual contra 0,6 T/ha sin fertilización), además fue superado por el rebrote natural en ambos casos (0,7 T/ha con fertilizante residual contra 0,6 T/ha sin él).

En el IITA (39) al evaluar una asociación de maíz con Gliricidia, se encontró que en ella el maíz tuvo menores rendimientos que en monocultivo, (3,9 T/ha contra 3,5 T/ha). También demostraron que, bajas dosis de fertilizantes (45-20-20 kg N-P-K/ha) y una mayor distancia entre calles (4 m) es igual estadísticamente a altas dosis (90-40-40 kg N-P-K/ha) y altas densidades de calles (2 m).

En una asociación maíz-Gliricidia con caupí en relevo se determinó que hubo efecto significativo de Gliricidia podada in situ en el rendimiento del maíz. Mientras que sin ella el mismo bajó fuertemente. Para el caupí, el efecto fue inverso. En este ensayo se encontró también que, a 5 semanas después de la poda había un remanente del 42% de residuos de hojas de Gliricidia y solo un 20% a las 10 semanas (39).

Akinola (1) reportó que, en suelos en donde se puso Gliricidia, obtuvo 0,16% de nitrógeno total contra 0,13% en aquellos en que no la hubo. Agrega que, encontró efectos también en términos de pH (5,8 con Gliricidia contra 6,2 donde no la hubo), materia orgánica (1,2% de carbón orgánico con Gliricidia contra 1,1% en donde no estaba), fósforo disponible (4,9 ug/gm con Gliricidia contra 4,7 ug/gm sin ella) y en capacidad de intercambio catiónico (4,1 meq/100g con Gliricidia contra 4,2 meq/100g sin ella).

Weeraratna (86), en un trabajo de incubación de suelo mezclado con hojas de Gliricidia, encontró que a las 7 semanas el contenido de la fracción amonio pasó de 10,3 mg/100g de suelo a 17 mg/100g. También reportó que la fracción nitrato varió de 7,5 mg/100g de suelo a 16,6 mg/100 g. El N-total, pasó de 10,3 mg/100g de suelo a 34,1 mg/100g. Sin embargo, de este trabajo se desprendió que Gliricidia fue superada por otros materiales como Centrocema pubensens y Crotalaria juncea a pesar de no diferir grandemente en el contenido de nitrógeno total del follaje.

Cornforth y Davis (13) ilustraron el comportamiento del nitrógeno proveniente de hojas de Gliricidia cuando se agrega en un 10% y se procede a incubar (Cuadro 2). Estos datos muestran que el follaje de Gliricidia contribuye positivamente al enriquecimiento de las 3 clases de suelo en cuanto a las diferentes fracciones de nitrógeno (principalmente amoniacal) y que la textura del suelo influye grandemente en la cantidad final del nitrógeno total en un período de tiempo dado.

Hernández (27) mostró que, las condiciones climáticas afectan grandemente la velocidad de descomposición de Gliricidia ya que, agregando 1 kg de materia fresca por  $m^2$  (equivalentes a 38,8 kg/ha de sulfato de amonio), su descomposición dura 145,5 días durante la estación seca y 71,5 días en la estación lluviosa.

Cuadro 2. Comportamiento de 2 fracciones de nitrógeno en 3 tipos de suelos durante 30 días de incubación.(1).

TIPO DE SUELO	NH <sub>4</sub> -N		NO <sub>3</sub> -N		
	0	30 días	0	30 días	
	ppm				
Arcilloso	a <sup>(2)</sup>	88	923	50	70
	b	9	104	5	28
Limoso	a	40	483	36	5
	b	7	17	0	44
Arenoso	a	90	150	73	4
	b	5	102	8	50

(1) Tomado y adaptado de Cornforth y Davis (13).

(2) a= 10% de Gliricidia agregada, b= sin Gliricidia

## 2.3. Productividad

### a. Cerca viva

Chandhokar (14) reportó que, al podar árboles de Gliricidia de 5 años de edad a intervalos de una poda cada 2 meses hasta una poda cada 6 meses, el peso de hojas decrece con un incremento del intervalo de poda (4.089 kg/400m de cerca con poda cada 2 meses contra 2.578 kg/400m de cerca con poda cada 6 meses). También presentó los resultados de un ensayo en donde estacas de Gliricidia fueron sembradas a 2 x 0,3 m y podadas en el segundo año a 30 cm de altura; obtuvo que los rendimientos anuales fueron de 36.674 kg/ha de material fresco total.

Beliard (9), trabajó en cercas de Gliricidia de 5 años de edad y con rebrotes de 5 a 8 meses, elaboró tablas de producción de esta especie en donde obtuvo modelos de regresión para producción de leña y follaje (no reportados) en función del diámetro basal y largo de los rebrotes.

Baggio (6) presentó resultados de producción de cercas vivas de 6 meses y 5 años de edad respectivamente. La de 6 meses (7 cm de diámetro), en una primera cosecha, produjo 2,7 kg y 0,6 kg de materia verde y seca de hojas y en tallos 2,2 y 0,4 kg de ambos tipos de materia. En la de 5 años (diámetro de 12 cm), que había recibido una poda 6 meses antes, las hojas presentaron 18,6 y 4,3 kg de materia verde y seca; los tallos, tuvieron 20 kg y 4 kg de materia verde y seca. El autor agregó que, al proyectar estos resultados, con podas cada 6 meses, un promedio de 8.000 kg de materia seca se obtendrían a partir de 1.000 m de cerca con árboles espaciados a 2m y a los 5 años.

El Cuadro 3 presenta un resumen, adaptado, de los resultados de un trabajo de Beliard (8). El autor explicó que, Gliricidia es mucho más eficiente en crecimiento y producción de biomasa y leña cuando se poda a intervalos largos, pero se reduce su potencial forrajero.

Cuadro 3. Producción, variables y modelos con coeficientes de determinación obtenidos por Beliard (8) por finca y corte, San Carlos, Costa Rica.

FINCA	CORTE	VARIABLES		MODELO	R <sup>2</sup>	PRODUCCION (kg M.S./árbol)		
		Dependiente X	Independiente Y			Forraje	Leña Total	
La Vega	3 meses					2,2	1,0	3,2
		Forraje seco	Diámetro copa	$\text{Ln } Y = 1,53 + 1,90 \text{ Ln } X$	0,7			
		Forraje seco	Area basal ramas	$Y = 0,08 + 0,03X + 0,0002 X^2$	0,9			
Santa Marta	3 meses					2,7	1,0	3,7
		Forraje seco	Diámetro copa	$\text{Ln } Y = -1,81 + 1,90 \text{ Ln } X$	0,7			
		Forraje seco	Area basal ramas	$Y = 0,07 + 0,04 X$	0,7			
La Vega	6 meses					2,4	4,2	6,6
		Forraje seco	Area basal ramas	$Y = 0,01 + 0,03 X$	0,8			
		Forraje seco	Area basal ramas	$\text{Ln } Y = -0,002 + 0,01X$	0,8			
Santa Marta	6 meses					2,2	3,4	5,6
		Forraje seco	Area basal ramas	$\text{Ln } Y = -2,76 + 1,07 \text{ Ln } X$	0,9			
		Leña seca	Area basal ramas	$\text{Ln } Y = -6,08 + 2,02 \text{ Ln } X - 0,01X^2$	0,8			
La Vega	9 meses					2,3	7,0	9,3
		Leña seca	Area basal ramas	$\text{Ln } Y = -2,76 + 1,07 \text{ Ln } X$	0,9			
		Leña seca	Area basal ramas	$\text{Ln } Y = -6,08 + 2,02 \text{ Ln } X - 0,01X^2$	0,8			
Santa Marta	9 meses					1,6	7,9	9,5
		Leña seca	Area basal ramas	$\text{Ln } Y = -6,08 + 2,02 \text{ Ln } X - 0,01X^2$	0,8			
		Leña seca	Area basal ramas	$\text{Ln } Y = -6,08 + 2,02 \text{ Ln } X - 0,01X^2$	0,8			

A la inversa, intervalos cortos, aumentan la producción de forraje. Agregó que, el área basal de las ramas, resultó la mejor variable de predicción de rendimiento y que se da un claro efecto ambiental en la producción.

Picado y Salazar (68), reportaron que árboles de Gliricidia produjeron un promedio de 20 kg/árbol de peso total seco (19,1 kg/árbol de leña seca). Que la producción total (materia seca) por árbol responde al modelo:  $\text{Ln } Y = -3,517 + 2,610 \text{ Ln } X_1 + 1,734 \text{ Ln } \sqrt{X_2}$  donde  $Y$  = biomasa total seca (kg/árbol),  $X_1$  = diámetro basal promedio (cm) de los brotes,  $X_2$  = número de brotes por árbol y un coeficiente de determinación de 90%.

#### b. Asociación con cultivos anuales

Condiciones muy particulares se le exigen a Gliricidia cuando está en asocio con cultivos anuales, principalmente aquellas que se refieren a competencia por luz; esto obliga a manejos de arreglo espaciales y sombra muy particulares.

Wijewardene y Waidyanatha (88) definieron, la asociación de cultivos con árboles, como una técnica agroforestal que integra, sobre una base continua, las propiedades restauradoras de suelo de arbustos perennes con cultivos anuales a través de un manejo simultáneo de ambos. En esta técnica, los árboles son establecidos en avenidas o calles. Al principio de la época de cultivo, los árboles son podados a alturas convenientes, el producto de estas podas es usado como cobertura de suelos. El material leñoso, removido después de la caída de hojas, constituye una importante fuente de leña y estacas. Se siembran los cultivos antes y después de la cobertura. Los árboles rebrotan y pueden ser podados una o más veces a fin de evitar la sombra a aquellos. Durante la ausencia de ellos, los árboles rebrotan libremente produciendo sombra y evitando el desarrollo de malezas.

El I.I.T.A. (37) indicó que hay dos medios de reducir la interferencia lumínica de Gliricidia. Uno de ellos es el corte total de toda la

parte aérea de los árboles y la poda, que consiste en la eliminación de hojas y ramas tiernas. Se presentaron datos en los cuales Gliricidia, en asociación con maíz a 2 m de distancia entre surcos, es capaz de producir 4.748 kg/ha en corta total y 1.538 kg/ha en poda, de materia seca y una contribución de 233 kg/ha de N. También indicaron que, además de la corta total y la poda, la caída de hojas es importante. De manera que, en un período de 16 semanas, Gliricidia es capaz de acumular hojas caídas hasta por 550 kg/ha de materia seca.

Un informe de I.I.T.A. (36), explicó que, el establecimiento y los costos iniciales de mantenimiento parecen ser los mayores determinantes en el uso de árboles leguminosos para el reciclaje de nutrientes en asociación y que para reducir este problema, las leguminosas deben ser sembradas en asociación con el maíz. Reportó también que, al evaluar los efectos de la asociación Gliricidia-maíz, se encontró que no hubo efecto significativo de Gliricidia sobre maíz, como tampoco efecto del maíz en el tamaño de las plantas de Gliricidia (al compararlas con estacas sin asociación).

Kidd y Taogaga (51) indicaron que, al asociar Colocasia esculenta, con Gliricidia, obtuvieron 8,3 g/árbol/día de materia seca de esta última, en 18 meses de asociación o sea 30,2 T/ha/año. La poda la iniciaron cuando las estacas tenían 4 meses de edad y luego las podaron cada 8 semanas.

En un trabajo de I.I.T.A. (39) de asociación maíz-Gliricidia con 2 espaciamientos de los árboles y dos dosis de fertilizantes aplicadas al maíz, se encontró que el fertilizante no tuvo efecto significativo en la producción de materia seca de Gliricidia (5,2 T/ha/año). Hubo efecto significativo de los espaciamientos, 5,9 T/ha/año con un espaciamiento de 2 m entre calles contra 4,5 T/ha/año con 4 M.

I.I.T.A. (39) también reportó resultados de una prueba de asociación con Gliricidia, en la cual la producción de esta en materia seca a los 2

años de crecimiento fue: para leña 4 T/ha, 1,3 T/ha de hojas al suelo, 3,1 T/ha de hojas en la primera poda y 2,7 T/ha en la segunda.

De Sri Lanka (88) se reportó que, Gliricidia sepium asociada con maíz produjo, por poda en el primer año, 561 kg/ha sin fertilización y 579 kg/ha al agregar 60-60-60 kg/ha de N-P-K. En el segundo año, la producción alcanzó 2.811 kg/ha donde no se agregó fertilización contra 3.129 kg/ha con 60 kg/ha de N y 2.963 kg/ha con la fórmula.

### c. Asociación con cultivos perennes

A pesar de que la técnica de asociación de árboles con cultivos perennes es bastante antigua, la literatura es escasa en referencias en cuanto a la productividad de Gliricidia sepium cuando se asocia, como por ejemplo, con cacao, café, té, hule, etc.

Okigbo (66) dice que, durante los estados tempranos de establecimiento de cacao y también en plantaciones de café se ha venido encontrando la necesidad de proteger a las plantas jóvenes con árboles de sombra. Árboles leguminosos usados para este propósito, agrega, son: Samanea saman, Albizia ferruginea y Gliricidia sepium.

Salazar (74) trabajando en una plantación de café asociado con árboles de Gliricidia de 30 años de edad, obtuvo una producción (peso seco) de fuste 265 kg/árbol (84%), ramas 42,4 kg/árbol (14%), follaje 5,2 kg/árbol (2%). Además tenían una altura promedio de 16,4 m, un diámetro a altura de pecho de 26 cm y un diámetro basal promedio de 29 cm. Encontró el siguiente modelo que representa la relación entre las variables:  $Y = -611,09 + 35,60 X$  y un  $R^2 = 87\%$ , donde Y= peso de la biomasa seca total (kg), X= diámetro a altura de pecho (mm)

#### d. Plantaciones puras

La producción de Gliricidia se reporta en la literatura desde principios del presente siglo. En esa época Joachim (42) reporta una producción de 29,6 T/ha utilizable como abono verde.

Holland (31) en 1931 mostró una producción (materia verde) de Gliricidia de 27,5 T/ha/año contra 16,3 T/ha/año de Erithrina sp.

Whyte et al. (87) reportaron un rendimiento de 9 kg de hojas por planta de 18 meses de edad.

Ventaka (82) demostró que un árbol en completo crecimiento puede dar de 14 a 45 kg de hojas verdes.

Oakes y Skovr (65) lograron, al cabo de 4 años, que plantas de Gliricidia produjeran 36,7 T/ha/año de materia verde y 16,4 T/ha/año de materia seca; además en los meses secos fue 1,1 T/ha y 1,7 T/ha en los húmedos. Mostraron también como, en podas sucesivas, el rendimiento decayó hasta obligar a un abandono del ensayo al quinto año (de 44,1 T/ha/año de materia verde en el primer rebrote a 12 T/ha/año, en el tercer rebrote).

Por su parte, Chadhokar (15) reportó que, un rodal de 4 años produjo entre 0,8 y 10 T/ha/año de materia seca. Agregó que, grandes cantidades de material de Gliricidia se obtuvieron al cosechar cada 3 o 4 meses.

Solano (79) investigó el efecto de niveles de fertilización con  $P_2O_5$  (0, 100 y 200 kg/ha/año) y frecuencias de poda (2, 3 y 6 meses) sobre la producción de materia verde, seca, proteína cruda y leña verde de Gliricidia sepium. Reportó una interacción niveles por frecuencia en material verde y proteína cruda. Para ambas, la combinación de mayor producción fue la poda cada 2 meses sin  $P_2O_5$ . En las otras variables, no hubo respuesta.

En otro ensayo, Solano (78) mostró los resultados de aplicar a Gliricidia diferentes alturas de corte (0,25, 0,50 y 0,75 m) y su efecto sobre la producción de forraje (verde y seco), proteína cruda y leña verde. No encontró efecto significativo de los tratamientos (23,6; 6,32; 1,5 y 12,9 T/ha/año, para forraje verde y seco, proteína cruda y leña verde, respectivamente).

#### 2.4. Supervivencia de estacas

Esta sección pretende dar una idea de cual es el comportamiento de Gliricidia sepium al propagarla por estacas, aunque debe quedar claro que la especie también se propaga mediante semillas y acodos (62).

Vastey (81) trabajó con estacas de Gliricidia, provenientes de árboles de 11 años de edad, con un diámetro promedio de 1,2 cm, encontrando un arraigamiento de tan solo un 20%.

Lozano Jiménez (56) sembró estacas con diámetros de 3 a 6 y de 6 a 12 cm, en dos épocas y con el uso de una hormona. Obtuvo, 15 y 35% de arraigo en época húmeda y seca respectivamente, al aplicar hormona, sin la misma el arraigo fue de 35 y 60% para estas épocas, todo lo anterior en las estacas de mayor diámetro. En el otro grupo, 5 y 33%, con hormona y para las épocas húmeda y seca, respectivamente, sin hormona 5 y 40% para las mismas épocas.

Delizo (19) encontró que, al aplicar ácido alfa naftalenacético (AANA) a estacas de Gliricidia, estas presentaron una respuesta inversa a su concentración, de manera tal, que, con 40 ppm de AANA el enraizamiento fue de un 75% y con 120 ppm de 34%. El testigo obtuvo un 48%.

Chadhokar (14) encontró que el diámetro y la altura influyen en el % de establecimiento de estacas. Al incrementar el diámetro y la altura, se presentó un mayor porcentaje de supervivencia. Diámetros de 2,1-2,5 cm, tuvieron un establecimiento de 37% y de 3,1-3,5 cm el arraigo aumentó a 66%.

En altura, estacas de 15 cm mostraron un establecimiento de 10% y de 90 cm, un 60%.

Baggio (6) reportó que el efecto de la altura de estacas es positivo; una implantación de 77,5% con estacas de 2 m y una de 59% a la altura de 0,5 m. De este trabajo también se derivan datos de una encuesta en 115 fincas. Un 93,8% de los agricultores encuestados prefieren estacas de 2 a 2,5 m de largo; un 53,8% diámetros de entre 4 y 5 cm. Además un 73,9% de ellos indicaron tener una sobrevivencia de estacas que oscila entre un 80 y 90%.

De un cuadro sinóptico que presenta Mora (62) se deduce que, los diámetros superiores a 3 cm y las longitudes superiores a 1,5 m fueron las que garantizaron una mayor sobrevivencia de estacas.

Falvey, citado por Beliard (8) reportó que, un 90% de sobrevivencia se logró con estacas de 2 a 2,5 m de altura y con diámetros de 4 a 8 cm.

Estacas de 6 meses de edad con 2,5 cm de diámetro y de 1,5 a 2 m de longitud fueron usadas y sembradas con éxito en la India (88).

## 2.5. Composición química

El Cuadro 4, resume los resultados presentados por varios autores en lo que respecta a la composición química de tallos y hojas de Gliricidia sepium.



### III. MATERIALES Y METODOS

#### 1. Localización del Estudio

El presente trabajo se realizó en las comunidades de Jilgueral y Junquillo de Puriscal y Agua Blanca de Acosta, ambos de la provincia de San José. En el Cuadro 5 se presentan las principales características edafoclimáticas de las áreas en donde estuvieron ubicados los ensayos.

#### 2. Metodología Experimental

##### 2.1. Objetivos

- Evaluar el efecto de una asociación de Gliricidia sepium sobre un sistema maíz (Zea mays L.)-frijol (Phaseolus vulgaris L.) en relevo.
- Cuantificar el potencial de follaje fresco de Gliricidia en el control de malezas.
- Estudiar el aporte de N a maíz y frijol a partir de Gliricidia fresca.
- Iniciar actividades de validación de la asociación de los 3 cultivos en campos de agricultores.

##### 2.2. Modelo

El modelo experimental corresponde a un diseño de bloques completos al azar de manera que:

$$Y_{ijk} = \mu + T_i + B_j + e_{ijk}$$

Cuadro 5. Características edafo-climáticas de los sitios experimentales, en ensayos maíz-frijol/Gliricidia, Acosta-Puriscal, San José, Costa Rica, 1986.

CARACTERISTICA	JILGUERAL (Puriscal)	JUNQUILLO (Puriscal)	AGUA BLANCA (Acosta)
DISTRITO	Mercedes Sur	Santiago	San Ignacio
Localización	9°41' latitud norte y 84°25' longitud oeste	9°38' latitud norte y 84°30' longitud oeste	9°30' latitud norte y 84°11' longitud oeste
Zona de vida <sup>(1)</sup>	Bosque muy húmedo premontano	Bosque húmedo tropical, transición a premontano	Bosque muy húmedo premontano
Altitud	720 msnm	1.000 msnm	900 msnm
Precipitación <sup>(2)</sup> ( $\bar{X}$ anual)	3.000 mm	3.000 mm	2.400 mm
Temperatura <sup>(2)</sup> ( $\bar{X}$ anual)	24 °C	21 °C	21 °C
Clasificación <sup>(3)</sup> suelos	Fluventic ustropept	Ustic tropo- humult	Ustic tropo- humult
Origen <sup>(3)</sup>	Cretaceo	Terciario	Terciario
Profundidad <sup>(3)</sup>	50 a 90 cm	50 a 130 cm	50 a 100 cm
Pendiente	15 %	45 %	45 %
Uso actual <sup>(3)</sup>	Potreros- granos	Café-tabaco- granos	Café-críticos- granos
pH <sup>(3)</sup>	5 - 6	5 - 6	5 - 6
Textura <sup>(3)</sup>	arcillosa	arcillosa	arcillosa
Erosión <sup>(3)</sup>	moderada-severa	moderada- severa	severa
Capacidad uso	forestería y agroforestería	cultivos per- manentes-a- groforeste- ría	forestería-agro- forestería

(1) Holdridge (30)

(2) Platen y Lageman (70) y Melle (60)

(3) Alvarado et al. (3) y Melle (60)

donde:

$Y_{ijk}$  = cada observación de la población.  
 $\mu$  = media de la población.  
 $\tau_i$  = efecto de tratamiento.  
 $B_j$  = efecto de bloque  
 $e_{ijk}$  = error de la muestra aleatoria (error experimental).

### 2.3. Tratamientos

En el Cuadro 6 se describen los tratamientos. Todos recibieron fertilización base de P y K y se repitió la misma en idéntica forma en todos los ciclos.

### 2.4. Diseño de campo

El diseño de campo utilizado fue bloques completos al azar con 4 repeticiones y 8 tratamientos en Jilgueral y 3 repeticiones y 9 tratamientos (incluye el del agricultor) en Junquillo y Agua Blanca. Las dimensiones de las parcelas eran de 5 y 7 m de largo (7 en Jilgueral) y 3 m de ancho de manera tal que las parcelas útiles de maíz fueron de  $13,5 \text{ m}^2$  en Jilgueral y  $9 \text{ m}^2$  en Junquillo y Agua Blanca. Las de frijol de  $15 \text{ m}^2$  en el primer sitio y  $10 \text{ m}^2$  en los otros 2.

### 2.5. Cronología de ciclos

El trabajo de campo constó de 3 ciclos, 2 de frijol y 1 de maíz en Jilgueral y 1 ciclo de frijol en Junquillo y Acosta. El Cuadro 7 describe la cronología de los ciclos.

Cuadro 6. Tratamientos utilizados en ensayos maíz-frijol/Gliciridia, Acosta-Puriscal, San José, Costa Rica. 1986.

Nº TRATAMIENTO	DESCRIPCION	NITROGENO	COBERTURA SUELO	HERBICIDAS
1	Maíz y frijol sin cobertura, N y herbicida.	No	No	No
2	Maíz y frijol con herbicida y sin N y cobertura.	No	No	Atrazina (maíz) Alaclor (frijol) Pendimetalin (ambos cultivos) Paraquat (ambos cultivos)
3 <sup>1/</sup>	Maíz y frijol con N y herbicida y sin coberturas.	Sí	No	Atrazina (maíz) Alaclor (frijol) Pendimetalin (ambos cultivos) Paraquat (ambos cultivos)
4	Maíz y frijol con cobertura de Gliciridia sepium y sin N y herbicidas	No	1,5 kg/m <sup>2</sup>	No
5	Maíz y frijol con cobertura no leguminosa y sin herbicidas y N	No	2 kg/m <sup>2</sup> caña de maíz (primer ciclo Jilgueral) 1 kg/m <sup>2</sup> (Hypharrentia rufa) (otros ciclos y sitios)	No
6	Maíz y frijol con cobertura no leguminosa y N y sin herbicidas.	Sí	2 kg/m <sup>2</sup> caña de maíz (primer ciclo Jilgueral) 1 kg/m <sup>2</sup> (Hypharrentia rufa) (otros ciclos y sitios)	No
7	Maíz y frijol con N y sin cobertura y herbicidas.	Sí	No	No
8	Maíz y frijol con estacas y cobertura de Gliciridia sepium y sin N y herbicidas	No	1,5 kg/m <sup>2</sup> y 6667 estacas/ha	No
9 <sup>2/</sup>	Práctica del agricultor			

1/ Recomendación técnica del MAG.

2/ Sólo en Junquillo y Agua Blanca.

Cuadro 7. Cronología de los ciclos en los 3 sitios, en ensayos maíz-frijol/Gliricidia, Acosta-Puriscal, San José, Costa Rica, 1986

CICLO POR SITIO	FECHA SIEMBRA	FECHA COSECHA	DURACION DEL CICLO (días)
<b>JILGUERAL</b>			
Ciclo 1: frijol	2-9-83	30-11-83	89
Ciclo 2: maíz	26-6-84	22-10-84	118
Ciclo 3: frijol	6-11-84	21-1-85	76
<b>JUNQUILLO</b>			
Ciclo 1: frijol	9-10-84	10-1-85	94
<b>ACOSTA</b>			
Ciclo 1: frijol	26-9-84	20-12-84	86

## 2.6. Agronomía de las especies

El Cuadro 8 resume las principales prácticas agronómicas que se siguieron con las 3 especies en cada ciclo y sitio. Se aclara que, para el caso del frijol las prácticas fueron las mismas en todos los sitios.

## 3. Estadísticas Evaluadas

### 3.1. Componentes de rendimiento de cultivos anuales

En ambos cultivos se evaluó plantas emergidas, plantas cosechadas, peso de grano, peso de follaje y peso de biomasa total.

### 3.2. En suelo

Se evaluaron los siguientes: pH, materia orgánica, N total, P, K, Ca y Mg extractables, los cuales se cuantificaron al inicio y final de cada ciclo y en los primeros 15 cm de suelo. En estas determinaciones se usó la metodología establecida y de rutina en el laboratorio de suelos del Departamento de Producción Vegetal del CATIE (22).

### 3.3. En malezas

En cuanto a malezas, se evaluó: número de malezas, y biomasa verde de ellas a cosecha de los cultivos anuales. Estas mediciones no se efectuaron en el ciclo 1 de frijol de Jilgueral.

### 3.4. En *Gliricidia sepium*

Se analizaron los siguientes: arraigo de estacas, diámetro de ellas al inicio y final de cada ciclo y producción de hojas, ramas y biomasa total (verdes o frescas), en una primera poda a los 16 meses de sembradas y solo en Jilgueral.

Cuadro 8. Prácticas agronómicas utilizadas en ensayos maíz-frijol/Gliricidia en Acosta-Puriscal, San José, Costa Rica, 1986.

PRACTICA	FRIJOL	MAIZ	<u>Gliricidia</u>
Distancias de siembra (m)			
Hileras	0,5	0,75	3
Plantas	0,15	0,50	0,5
Densidad aproximada (plantas/ha)	266.667	53.333	6.667
Variiedad	Porriño sintético	Híbrido - H - 5 (El Salvador)	Local
Fertilización (kg/ha) <sup>1/</sup>			
N	30	80	No
P	90	60	
K	30	20	
Herbicidas (l/ha) <sup>2/</sup>			
	Alaclor 1,8 Pendimetalin 0,75 Paraquat 1	Atrazina 1,25 Pendimetalin 0,75 Paraquat 1	No
Insecticida (kg/ha)	Carbofuran 0,5	Carbofuran 0,5	
Estacas <sup>3/</sup>			2,5 m altura prom. 2-7 cm diámetro

1/ N aplicado a tratamientos 3 y 7; P y K a todos.

2/ Herbicidas aplicados sólo a tratamientos 2 y 3.

3/ Una siembra y dos resiembras (36 estacas en la primera y 5 en la segunda).

### 3.5. En las coberturas de suelo

En las coberturas de suelo se evaluó: peso fresco y seco, % de materia seca, N, P, K, Ca y Mg totales; Zn, Mn y Fe (con la metodología del CATIE (22)).

### 3.6. Nutrientes en cultivos anuales (maíz y frijol)

En cada ciclo, a madurez fisiológica, se efectuaron muestreos para determinar la cantidad de N y otros elementos en los 3 ciclos de cultivos y solamente en Jilguera. En esta, se empleó la metodología establecida y de rutina del laboratorio de suelos del Departamento de Producción Vegetal del CATIE (22).

## 4. Análisis de los Estadísticos

Los estadísticos fueron sometidos a análisis de varianza, a los significativos, se les hizo prueba de medias (Duncan 5%) y correlación con rendimiento. Además, se utilizó prueba de contrastes entre los tratamientos (Cuadro 9).

Se realizaron regresiones entre diámetro de las estacas de Gliricidia y producción de las mismas (con las lecturas de diámetros sin agrupar y agrupadas a intervalos de 0,5 y 1 cm).

Para estos análisis, se utilizó equipo de computación marca IBM, modelo 4331, con lenguaje basic y con el paquete de análisis estadístico SAS para varianza, pruebas de medias y contrastes. Para regresiones se utilizó el "Palmer Statistics Package" (Paquete Estadístico Palmer).<sup>1/</sup> Para

---

<sup>1/</sup> Heather Palmer, CATIE, 1985

Cuadro 9. Matriz de contrastes planeados en ensayos maíz-frijol/Gliricidia, Acosta-Puriscal, San José, Costa Rica, 1985.

CONTRASTES	NUMERO DE TRATAMIENTO								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9 <u>1/</u>
1 Con coberturas vrs. sin coberturas	-1	-1	-1	+1	+1	+1	-1	+1	0
2 Sin coberturas: con nitrógeno vrs. sin nitrógeno	-1	-1	+1	0	0	0	+1	0	0
3 Sin coberturas: con herbicidas vrs. sin herbicidas	-1	+1	+1	0	0	0	-1	0	0
4 Con coberturas: con nitrógeno vrs. sin nitrógeno	0	0	0	+1	-3	+1	0	+1	0
5 Con coberturas: estacas Gliricidia sembradas vrs. con nitrógeno	0	0	0	-1	0	-1	0	+2	0
6 Coberturas leguminosas vrs. coberturas no leguminosas con nitrógeno	0	0	0	-1	0	+1	0	0	0
7 Con nitrógeno mineral sin herbicidas vrs. práctica del agricultor	0	0	0	0	0	0	-1	0	+1

(1) Unicamente en ensayos de Junquillo y Agua Blanca.

cada ciclo, de Jilguera1, se efectuó un análisis económico, siguiendo la metodología dada por Perrin et al (67).

## IV. RESULTADOS

### 1. Condiciones de precipitación durante el desarrollo del trabajo.

En la figura 1 se presenta el comportamiento de la lluvia durante el desarrollo del estudio. Se incluye la cronología de los ciclos de frijol y maíz (Estación Meteorológica Nacional N° 088001 a 1100 msnm).

### 2. Componentes de rendimiento en los cultivos anuales

#### 2.1. Plantas emergidas

En esta variable no se encontró respuesta significativa en ningún cultivo ni sitio (Cuadro 10). Excepto en Acosta por efecto de una alta densidad en la práctica del agricultor (428.330 contra 334.000 plantas/ha del resto de tratamientos).

#### 2.2. Plantas cosechadas

Tampoco se presentaron respuestas significativas (Cuadro 10). La excepción fue en Junquillo, donde los tratamientos 4 y 9 (316.250 plantas/ha) fueron estadísticamente diferentes al resto (150.714 plantas/ha).

#### 2.3. Peso de Grano

Los mejores rendimientos de frijol en el ciclo 1 en Jilgueral (Cuadro 11) se obtuvieron con los tratamientos de Gliricidia (1.429 y 1.251 kg/ha para los tratamientos 4 y 8 respectivamente). En este sitio en el ciclo 3 de frijol, los rendimientos fueron muy bajos, pero el tratamiento 4 (cobertura de Gliricidia) siguió dando los mejores resultados y presentó un rendimiento de 383 kg/ha; la respuesta en ambos ciclos fue significativa.

En maíz (Cuadro 12) el tratamiento 3 superó a los demás al producir

CICLO DE CULTIVOS ANUALES

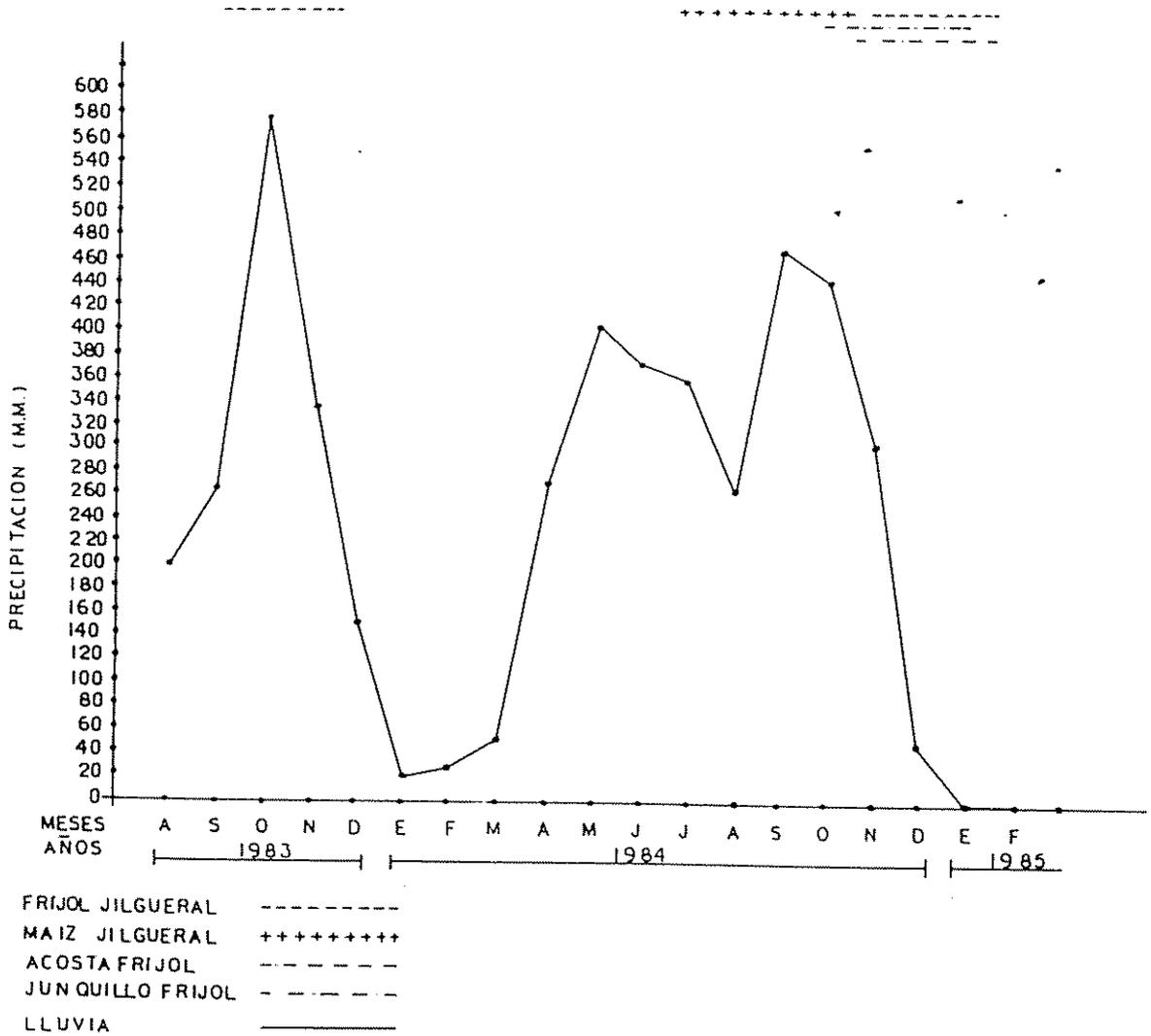


Figura 1. Distribución de la precipitación y de los ciclos, en ensayos maíz-frijol/Gliricidia, Acosta-Puriscal, San José, Costa Rica, 1986.

Cuadro 10. Plantas emergidas y cosechadas en ensayos maíz-frijol/Gliricidia, Acosta - Puriscal, San José, Costa Rica. 1986. (1)

VARIABLE	CICLO/ SITIO	CULTIVO	PROMEDIO (ha)	C. V. (%)
	JILGUERAL			
Plantas <sup>n.s.</sup> Emergidas	1	Frijol	201.964	18,8
	2	Maíz	45.853	16,5
	3	Frijol	293.862	6,0
	JUNQUILLO			
	1	Frijol	195.444	28,3
	JILGUERAL			
Plantas <sup>n.s.</sup> Cosechadas	1	Frijol	137.839	33,5
	2	Maíz	43.314	21,3
	3	Frijol	239.844	13,1
	ACOSTA			
	1	Frijol	245.062	17,3

(1) n.s.= no significativas.

Cuadro 11. Rendimiento de maíz y frijol en ensayos maíz-frijol/  
Gliciridia, Acosta-Puriscal, San José, Costa Rica, 1986. (1)

TRATAMIENTO	JILGUERAL		JUNQUILLO		ACOSTA	
	CICLO 1* Frijol	CICLO 2** Maíz	CICLO 3* Frijol	CICLO 1** Frijol	CICLO 1 Frijol	n.s. Frijol
1 0 0 0	657 bc	1.592 abcdefg	172 c	236 c	126 a	
2 0 0 1	986 abc	2.084 abcde	165 c	279 c	299 a	
3 0 1 1	1.115 abc	3.287 a	325 abc	386 bc	259 a	
4 1 0 0	1.429 a	1.957 abcdef	383 a	789 a	305 a	
( <u>Gliciridia</u> )						
5 1 0 0	593 c	2.213 abcd	198 bc	255 c	231 a	
(Jaraqua)						
6 1 1 0	636 c	2.739 ab	349 ab	478 bc	255 a	
7 0 1 0	1.143 abc	2.293 abc	374 a	473 bc	246 a	
8 1 0 0						
( <u>Gliciridia</u> )						
+ estacas						
( <u>Gliciridia</u> )	1.251 ab	325 g	278 abc	565 ab	304 a	
9 Práctica agricultor				603 ab	201 a	
C. V . %	37,6	42,4	37,4	26,4	30,8	

(1) kg/ha; 14% humedad; N= nitrógeno, H= herbicida y C= cobertura; \*= significativa 5% y \*\*= significativa 1%; igual letra= no diferencia significativa; n.s.= no significativa.

Cuadro 12. Contrastes de rendimiento en ensayos maíz-frijol/Gliricidia, Acosta, Puriscal, San José, Costa Rica, 1986. (1)

CONTRASTES	JILGUERAL			JUNQUILLO	
	CICLO 1 Frijol	CICLO 2 Maíz	CICLO 3 Frijol	CICLO 1 Frijol	
1. Con coberturas vrs sin coberturas	n.s.	n.s.	n.s.	(343/521)**	
2. Sin coberturas: con nitrógeno vrs. sin nitrógeno	n.s.	(2.790/1.837)*	(340/168)**	(429/258)*	
3. Sin coberturas: con herbicidas vrs. sin herbicidas	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	
4. Con coberturas: con nitrógeno vrs. sin nitrógeno	(1.106/593)**	n.s.	(337/198)*	(255/610)**	
5. Con coberturas: estacas de <u>Gliricidia</u> vrs. con nitrógeno	n.s.	(325/2.348)**	n.s.	n.s.	
6. Con nitrógeno: cobertura no leguminosa vrs. cobertura <u>Gliricidia</u> .	(636/1.429)**	n.s.	n.s.	(478/789)*	
7. Con nitrógeno mineral sin herbicidas vrs. práctica agricultor				n.s.	

(1) kg/ha; n.s. no significativo; \*= significativo al 5% y \*\*= significativo al 1%.

3.287 kg/ha, aquí Gliricidia no tuvo efecto alguno en el rendimiento (1.957 y 325 kg/ha en los tratamientos 4 y 8 respectivamente).

La misma respuesta a Gliricidia, con frijol, se encontró en Acosta y Junquillo, aún con rendimientos bajos y sin diferencia significativa en Acosta. (Cuadro 11).

#### 2.4. Peso de follaje y biomasa total

Los resultados de peso de follaje de los cultivos (Cuadros 13 y 14) y su biomasa total (Cuadros 15 y 16) fueron semejantes a los de peso de grano con los valores para los tratamientos con Gliricidia en el caso de los ciclos de frijol. En maíz, la situación de estas variables, fue igual, Gliricidia no influyó en su rendimiento.

#### 2.5. Nutrientes en plantas

El comportamiento fue el siguiente: sin respuesta significativa en ninguno de ellos, en el ciclo 1 (frijol); mientras que en el ciclo 2 (maíz) el único significativo fue el fósforo con 13,2 kg/ha en el tratamiento 6 y en el ciclo 3 (frijol) todos se presentaron altamente significativos a excepción del fósforo que fue significativo. También el tratamiento 6 ocupó el primer lugar con 33,7 de N; 3,9 de P; 29 de K; 22,3 de Ca y 4,9 kg/ha de Mg (Cuadros 17, 18 y 19).

Las correlaciones con rendimiento fueron: en maíz (ciclo 2), el P altamente significativo, media y positiva (0,68); en el ciclo 3 (frijol), altamente significativo, medias y positivas las de los elementos N, K, Ca, y Mg con valores de (0,72, 0,66, 0,66 y 0,61 respectivamente) y P significativa, media y positiva (0,40).

Cuadro 13. Producción de follaje de maíz y frijol en ensayos maíz-frijol/Gliricidia, Acosta-Puriscal, San José, Costa Rica, 1986. (1)

TRATAMIENTO	JILGUERAL			JUNQUILLO		ACOSTA							
	#	C	N	H	CICLO 1* Frijol	CICLO 2** Maíz	CICLO 3** Frijol	CICLO 1** Frijol	CICLO 1 n.s. Frijol				
1	0	0	0	0	532,0	8.730	abc	825	bc	236	b	431	a
2	0	0	1	1	790	11.143	ab	775	bc	250	b	653	a
3	0	1	1	1	948	13.286	ab	1.080	ab	417	ab	681	a
4	1	0	0	0	1.158	9.841	abc	1.063	ab	646	a	903	a
					(Gliricidia)								
5	1	0	0	0	499	11.270	ab	775	bc	208	b	528	a
					(Jaraque)								
6	1	1	0	0	540	14.397	a	1.263	a	445	ab	611	a
7	0	1	0	0	881	12.143	ab	1.194	a	431	ab	667	a
8	1	0	0	0	1.106	4.603	c	600	c	458	ab	972	a
					(Gliricidia + estacas Gliricidia)								
9	Práctica del agricultor												
	Promedio												
	C.	V.	%		35,7	28,0		24,2		30,1		27,4	

(1) kg/ha; C= cobertura, N= nitrógeno y H= herbicida; \*= significativa a 5% y \*\*= significativa a 1%; igual letra= no diferencia significativa y n.s.= no significativa.

Cuadro 14. Contrastes de peso de follaje, en ensayos maíz-frijol/Gliricidia, Acosta-Puriscal, San José, Costa Rica, 1986. (1)

CONTRASTES	JILGUERAL			JUNQUILLO
	CICLO 1 Frijol	CICLO 2 Maíz	CICLO 3 Frijol	CICLO 1 Frijol
1. Con cobertura vrs. sin cobertura	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
2. Sin cobertura: con nitrógeno vrs. sin nitrógeno	n.s.	n.s.	(1.137/800)**	(424/243)*
3. Sin cobertura: con herbicidas vrs. sin herbicidas	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
4. Con coberturas: con nitrógeno vrs. sin nitrógeno	(860/499)*	n.s.	n.s.	(208/516)**
5. Con coberturas: estas de <u>Gliricidia</u> vrs. con nitrógeno	n.s.	(4.603/12.119)**	(600/1.163)**	n.s.
6. Con nitrógeno: cobertura no leguminosa vrs. cobertura <u>Gliricidia</u>	(540/1.158)**	(17.661/9.841)*	n.s.	n.s.
7. Con nitrógeno mineral sin herbicidas vrs. práctica agricultor				n.s.

(1) kg/ha; n.s.= no significativo; \*= significativa al 5% y \*\*= significativa al 1%.

Cuadro 15. Biomasa total de maíz y frijol en ensayos maíz-frijol/Gliricidia, Acosta-Puriscal, San José, Costa Rica, 1986. (1)

TRATAMIENTO	JILGUERAL			JUNQUILLO		ACOSTA		
	#	C	N H	* CICLO 1 Frijol	** CICLO 2 Maíz	** CICLO 3 Frijol	* CICLO 1 Frijol	
1	0	0	0	1.188 b	10.323 bc	997 bcd	472 c	557 b
2	0	0	1	1.773 ab	13.225 ab	940 cd	529 c	952 ab
3	0	1	1	2.060 ab	16.572 a	1.405 abc	802 bc	939 ab
4	1	0	0 (Gliricidia)	2.581 a	11.799 ab	1.445 ab	1.434 a	1.208 a
5	1	0	0 (Jaraqua)	1.091 b	13.483 ab	973 bcd	463 c	758 b
6	1	1	0 (Jaraqua)	1.175 b	17.136 a	1.611 a	922 bc	866 ab
7	0	1	0	2.022 ab	14.436 ab	1.568 a	904 bc	912 ab
8	1	0	0 (Gliricidia + estacas Gliricidia)	2.353 a	4.928 c	878 d	1.023 ab	1.276 a
9	Práctica del agricultor						1.207 ab	882 ab
C. V. %				36,4	29,4	24,5	26,6	24,5

(1) kg/ha; N= nitrógeno, H= herbicida y C= coberturas; \*= significativa al 5% y \*\*= significativa al 1%; igual letra= no diferencia significativa.

Cuadro 16. Contrastes de biomasa total en ensayos maíz-frijol/Gliricidia, Acosta-Puriscal, San José, Costa Rica, 1986. (1)

CONTRASTES	JILGUERAL			JUNQUILLO		ACOSTA
	CICLO 1 Frijol	CICLO 2 Maíz	CICLO 3 Frijol	CICLO 1 Frijol	CICLO 1 Frijol	CICLO 1 Frijol
1. Con cobertura vrs. sin cobertura	n.s.	n.s.	n.s.	(677/961)*	n.s.	
2. Sin cobertura: con nitrógeno vrs. sin nitrógeno	n.s.	n.s.	(1.486/968)**	(853/501)*	n.s.	
3. Sin cobertura: con herbicidas vrs. sin herbicidas	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	
4. Con cobertura: con nitrógeno vrs. sin nitrógeno	(1.926/1.091)*	n.s.	n.s.	(463/1.126)**	(758/1.054)*	
5. Con cobertura: estas Gliricidia vrs. con nitrógeno	n.s.	(4.928/14.467)**	(878/1.528)**	n.s.	n.s.	
6. Con nitrógeno: cobertura no leguminosa vrs. cobertura Gliricidia.	(1.175/2.581)**	n.s.	n.s.	(922/1.434)*	n.s.	
7. Con nitrógeno mineral sin herbicida vrs. práctica del agricultor				n.s.	n.s.	

(1) kg/ha; n.s.=no significativo; \*= significativa al 5% y \*\*= significativa al 1%.

Cuadro 17. Promedios de nutrimentos ciclos 1 y 2, en ensayos maíz-frijol/Gliricidia, Acosta - Puriscal, San José, Costa Rica, 1986. (1)

ELEMENTO	CICLO	CULTIVO	PROMEDIO (kg/ha)	C. V. %
N	1	Frijol	22,0	41,9
	2	Maíz	38,7	33,2
P	1	Frijol	3,3	42,1
K	1	Frijol	21,7	50,0
	2	Maíz	36,0	32,3
Ca	1	Frijol	11,6	50,3
	2	Maíz	6,2	41,4
Mg	1	Frijol	10,3	49,9
	2	Maíz	6,9	39,4

(1) no significativas

Cuadro 18. Nutrimientos en plantas de maíz y frijol en ensayos maíz-frijol/  
Gliciridia, Acosta-Puriscal, San José, Costa Rica. 1986 (1)

ELEMENTO	T R A T A M I E N T O																C.V. Gliricidia) %	
	1		2		3		4		5		6		7		8			
	C	N	C	N	C	N	C	N	C	N	C	N	C	N	C	N		
	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0
	(Gliricidia)(Jaragua)(Jaragua)																	
	(Glirici- dia + es- tacas Gliricidia)																	
<u>CICLO 2: Maíz</u>																		
P*	8,0	8,0	8,9	8,9	8,4	8,4	8,4	8,4	8,4	8,4	13,2	13,2	10,4	10,4	4,9	4,9	33,6	33,6
	bc	abc	abc	abc	bc	bc	bc	bc	bc	bc	a	a	ab	ab	c	c		
<u>CICLO 3: Frijol</u>																		
N**	20,3	13,8	19,6	19,6	26,5	26,5	18,5	18,5	33,7	33,7	27,0	27,0	20,5	20,5	25,2	25,2		
	bc	c	bc	bc	ab	ab	bc	bc	a	a	ab	ab	bc	bc	bc	bc		
P*	2,7	1,9	2,4	2,4	3,5	3,5	2,8	2,8	3,9	3,9	3,1	3,1	2,7	2,7	24,4	24,4		
	bc	c	bc	bc	ab	ab	abc	abc	a	a	ab	ab	cb	cb				
K**	17,5	12,0	16,1	16,1	24,8	24,8	16,7	16,7	29,0	29,0	21,9	21,9	18,4	18,4	24,9	24,9		
	bcd	d	cd	cd	ab	ab	cd	cd	a	a	abc	abc	bcd	bcd				
Mg**	13,9	10,3	13,7	13,7	19,1	19,1	12,7	12,7	22,3	22,3	18,3	18,3	10,4	10,4	30,2	30,2		
	bc	c	bc	bc	ab	ab	bc	bc	a	a	ab	ab	c	c				
	3,2	2,6	3,1	3,1	4,0	4,0	2,9	2,9	4,9	4,9	4,2	4,2	2,7	2,7	26,2	26,2		
	bc	c	bc	bc	abc	abc	bc	bc	a	a	ab	ab	c	c				

(1) N= nitrógeno, C= cobertura y H= herbicida; \*= significativo al 5% y \*\*= significativo al 1%;  
 igual letra: no diferencia significativa al 5% o al 1%; kg/ha.

Cuadro 19. Contrastes en nutrimentos de plantas de maíz y frijol en ensayos maíz-frijol/Gliricidia, Acosta-Puriscal, San José, Costa Rica, 1986. (1)

ELEMENTO	C O N T R A S T E S					
	1	2	3	4	5	6
	Con cobert. vrs. sin cobertura	Sin cobert. con nitrógeno vrs. sin nitrógeno	Sin cobert. herbicida vrs. sin herbicida	Con cobert. con nitrógeno vrs. sin nitrógeno	Con cobert. estacas Gliricidia vrs. con nitrógeno	Con nitrógeno: cobert. no leguminosa vrs. cobert. Gliricidia
<u>Ciclo 2: Maíz</u>						
P	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	(4,9/10,8)**	(13,2/8,4)*
<u>CICLO 3: Frijol</u>						
N	n.s.	(23,3/17,1)*	(16,7/13,7)*	(26,9/18,5)*	(20,5/30,1)**	n.s.
P	(3,2/2,5)*	n.s.	(2,2/2,9)*	n.s.	(2,7/3,7)*	n.s.
K	(22,2/16,9)**	n.s.	(14,1/19,7)*	(24,1/16,7)*	(18,4/26,9)*	n.s.
Ca	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	(10,4/20,7)**	n.s.
Mg	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	(2,7/4,5)**	n.s.

(1) kg/ha; n.s.=no significativo; \* = significativo al 5% y \*\* = significativo al 1%.

### 3. Comportamiento del suelo al inicio y final de cada ciclo

El comportamiento de las variables evaluadas en el suelo fue igual, en los ciclos, y consistió en que no se presentó ninguna respuesta significativa a los tratamientos aplicados (Cuadro 20).

### 4. Número y biomasa de maleza

La mayoría de las variables evaluadas en malezas se presentaron como no significativas (Cuadro 21).

Las únicas variables significativas fueron biomasa de hoja angosta en el ciclo 2 de Jilgueral con un efecto altamente significativo de las coberturas (2.560 kg/ha) sobre el no uso de ellas (4.726 kg/ha) y número de malezas de hoja angosta en el ciclo 1 de Acosta con efecto, también altamente significativo, de los tratamientos con herbicidas (6.227 malezas/ha) sobre los excentos de ellos (50.222 malezas /ha). El Cuadro 22 ilustra lo antes expuesto.

### 5. Comportamiento de *Gliricidia sepium*

#### 5.1. Arraigo de estacas

En Jilgueral, de las 120 estacas sembradas, 84 arraigaron (70%) a los 77 días después de la siembra. Las restantes 36 se resembraron, de las cuales 31 (86%) sobrevivieron de tal manera que a los 261 días de la siembra original otras 5 estacas fueron resembradas. De ellas, 3 arraigaron (60%) al evaluarlas 366 días después de la siembra citada. Para Acosta el % de arraigo fue de 83,3% (55 de 66) y en Junquillo de 72,7% (32 de 44); al final del ciclo 1 en ambos sitios (86 y 94 días respectivamente).

Cuadro 20. Promedios de variables evaluadas en suelo, en ensayos maíz-frijol/Gliricidia, Acosta- Puriscal, San José, Costa Rica, 1986. (1)

VARIABLE	C.I. (2)	A	C.V. %	B.	C.V. %	C	C.V. %
pH	5,8	5,5	1,7	5,1	3,4	5,3	2,0
Materia orgánica (%)	5,3			6,0	5,3	6,8	4,6
Nitrógeno total (%)	0,3	0,4	3,9	0,5	1,5	0,3	3,5
Fósforo ug/ml	3,1	6,3	56,6	4,3	35,8	5,7	42,5
Potasio (meq/100 ml)	0,1	0,2	35,4	0,3	21,7	0,2	41,4
Calcio (meq/100 ml)	3,4	3,6	13,9	4,7	11,8	4,1	21,0
Magnesio (meq/100 ml)	1,7	1,9	35,4	1,8	9,5	1,8	17,2
Capacidad de intercambio catiónico (meq/100 ml)	s.d.	24,4	11,1	23,2	6,7	s.d.	

(1) a 15 cm de profundidad; A= final ciclo 1 y principio ciclo 2, B= final ciclo 2 y principio ciclo 3 y C= final ciclo 3 y principio ciclo 4; s.d.= sin determinar.

(2) Condición inicial del suelo al inicio ciclo 1.

Cuadro 21. Promedios de las variables no significativas de las malezas en ensayos maíz-frijol/Gliricidia, Acosta-Puriscal, San José, Costa Rica. 1986. (1)

VARIABLE	CICLO	CULTIVO	PROMEDIO (ha)	C. V. %
<u>Número de Maleza:</u>				
JILGUERAL				
Hoja ancha	2	Maíz	183.616	48,6
	3	Frijol	174.805	57,4
Hoja angosta	2	Maíz	136.964	36,1
	3	Frijol	227.865	59,2
JUNQUILLO				
Hoja ancha	1	Frijol	33.926	53,5
Hoja angosta	1	Frijol	33.383	44,9
ACOSTA				
Hoja ancha	1	Frijol	92.346	43,3
<u>Biomasa de Maleza:</u>				
JILGUERAL				
Hoja ancha	2	Maíz	3.188	107,7
	3	Frijol	517	121,3
Hoja angosta	3	Frijol	475	108,9
JUNQUILLO				
Hoja ancha	1	Frijol	1.197	63,8
Hoja angosta	1	Frijol	547	104,0
ACOSTA				
Hoja ancha	1	Frijol	2.689	50,2
Hoja angosta	1	Frijol	312	78,3

(1) Por hectárea; biomasa en kg.

Cuadro 22. Comportamiento de las variables significativas en malezas, en ensayos maíz-frijol/Gliricidia, Acosta-Puriscal, San José, Costa Rica. 1986. (1)

	T R A T A M I E N T O S								C. V. %
	1	2	3	4	5	6	7	8	
	C O	H O	H O	C N	H O	C N	H O	C N	H O
				(Glirici- dia)	(C de m- Jaragua)	(C de m- Jaragua)	(C de m- Jaragua)	(Gliricidia + estacas)	
JILGUERAL	4.030	6.745	4.530	3.600	3.195	2.125	3.600	1.320	55,1
Biomasa hoja angosta **	ab	a	ab	ab	b	b	ab	b	
ACOSTA	45.777	8.444	4.000	24.444	26.667	26.223	54.667	12.444	46,5
#Maleza hoja angosta **	ab	c	c	bc	bc	bc	a	c	

	C O N T R A S T E S					
	1	2	3	4	5	6
	Con cobert. vrs. sin coberturas	Sin cobert. con N vrs. sin N	Sin cobert. con H vrs. sin H	Con cobert. con N vrs. sin N	Con cobert. estacas Gli- ricidia vrs. con N	Con N: cobertura no leguminosa vrs. cobertura Gliricidia
JILGUERAL						
Biomasa	(2.560/4.726)**	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
ACOSTA						
Número	n.s.	n.s.	(6.227/50.222)**	n.s.	n.s.	n.s.

(1) # y kg/ha de maleza; N= nitrógeno C=, cobertura y H= herbicida; \*\*= significativa al 1%; n.s.= no significativa e igual letra significa no diferencia estadística.

(2) Caña de maíz.

## 5.2. Diámetro de estacas

El crecimiento en diámetro de las estacas, durante el período reportado aquí, fue mínimo (Cuadro 23). El promedio del diámetro de las estacas sembradas en todos los sitios fue de entre 4 y 5 cm.

## 5.3. Producción de biomasa en la primera poda de Jilgueral

Se reporta la producción de 88 estacas (83,8%), no se podaron 17 (16,2%) ya que contaban con brotes de muy poco desarrollo, probablemente debido a su corta edad. El Cuadro 24 resume la producción fresca de hojas (9.133 kg/ha), ramas (12.867 kg/ha) y producción total de las estacas (22.000 kg/ha).

## 5.4. Relación de la producción con diámetro

Los resultados obtenidos, al efectuar regresiones lineales entre la producción (variable dependiente) y el diámetro inicial de las estacas a la siembra (variable independiente), fueron que el mismo no tuvo importancia como estimador de producción ( $R^2$ : 0,19; 0,14 y 0,16 para hojas, ramas y total, respectivamente).

Para el análisis de regresión realizado con el diámetro inicial agrupado en clases de diámetro (0,5 y 1 cm de intervalo, respectivamente) contra la producción, los resultados se presentan en los Cuadros 25 y 26 y su representación gráfica en las Figuras 2 (intervalo de 0,5 cm) y 3 (intervalo de 1,0 cm).

El Cuadro 27 presenta los resultados obtenidos al realizar análisis de regresión lineal entre diámetro final (al momento de la poda) y la producción de Gliricidia sepium (al inicio del ciclo 3). Dichos resultados indican que a pesar de los  $R^2$  (0,50; 0,46 y 0,50 para hojas, ramas y producción total) más altos que en diámetro inicial, aún resulta insuficiente la relación para un uso práctico de campo.

Cuadro 23. Resultados de lectura de diámetro de Gliricidia sepium al inicio y final de cada ciclo, en ensayos maíz-frijol Gliricidia, Acosta-Puriscal, San José, Costa Rica. 1986. (1)

CICLO/ SITIO	I ( n-1)	II ( n-1)	R E P E T I C I O N III ( n-1)	IV ( n-1)
<u>JILGUERAL</u>				
1. Frijol				
D.I.	4,4 (0,9)	4,1 (1,0)	4,7 (1,1)	4,1 (0,9)
D.F.	4,4 (0,9)	4,1 (1,0)	4,7 (1,0)	4,1 (0,9)
2. Maíz				
D.I.	4,0 (1,0)	3,9 (1,0)	4,1 (1,1)	4,0 (0,9)
D.F.	4,6 (1,2)	4,6 (0,9)	4,5 (1,2)	4,7 (0,9)
3. Frijol				
D.I.	4,6 (1,2)	4,6 (0,9)	4,5 (1,2)	4,7 (0,9)
D.F.	4,5 (1,2)	4,5 (1,0)	4,4 (1,2)	4,7 (1,0)
<u>ACOSTA</u>				
1. Frijol				
D.I.	4,4 (1,0)	4,4 (0,9)	3,9 (0,7)	
D.F.	4,2 (1,1)	4,4 (0,9)	3,8 (0,7)	
<u>JUNQUILLO</u>				
1. Frijol				
D.I.	5,2 (0,9)	4,8 (0,9)	sin sembrar	
D.F.	5,1 (1,0)	4,5 (0,8)	sin sembrar	

(1) D.I.= diámetro inicial; D.F.= diámetro final; a 1,25 m del nivel del suelo.

Cuadro 24. Producción de *Gliricidia sepium* en la primera poda de Jilgueral, en ensayos maíz-frijol/*Gliricidia*, Acosta-Puriscal, San José, Costa Rica. 1986. (1)

Nº PARCELA	PRODUCCION (kg materia fresca)					
	HOJAS		RAMAS		TOTAL	
	Estaca	ha	Estaca	ha	Estaca	ha
1	1,85	12,333	2,16	14.402	4,01	26.735
13	1,52	10.133	2,07	13.800	3,59	23.933
16	0,88	5.843	1,20	8.000	2,08	13.867
31	1,21	8.067	2,27	15.133	3,48	23.200
PROMEDIO	1,37	9.133	1,93	12.867	3,30	22.000

(1) En base a 6.667 estacas/ha, peso fresco, cada parcela representa una repetición.

Cuadro 25. Características del agrupamiento de diámetro inicial (0,5 cm), en la primera poda de Gliricidia sepium, en ensayos maíz-frijol/Gliricidia, Acosta-Puriscal, San José, Costa Rica. 1986.

Nº CLASE	LIMITE INFERIOR	LIMITE SUPERIOR	PUNTO MEDIO	FRECUENCIA	PRODUCCION (gramos)	
					HOJAS	RAMAS TOTAL
1	2,5	2,9	2,7	8	1.030	1.310 2.340
2	3,0	3,4	3,2	22	1.240	1.810 3.050
3	3,5	3,9	3,7	11	1.120	1.750 2.870
4	4,0	4,4	4,2	17	970	1.430 2.400
5	4,5	4,9	4,7	12	1.270	1.850 3.120
6	5,0	5,4	5,2	12	2.210	2.850 5.060
7	5,5	5,9	5,7	2	3.050	4.360 7.410
8	6,0	6,4	6,2	1	4.270	6.270 10.550
9	6,5	6,9	6,7	2	2.550	3.620 6.170
10	7,0	7,4	7,2	2	3.070	4.720 7.800

Cuadro 26. Características del agrupamiento de diámetro inicial (1,0), en la primera poda de *Gliricidia sepium*, en ensayos maíz-frijol/Gliricidia, Acosta-Puriscal, San José, Costa Rica. 1986.

Nº CLASE	LIMITE INFERIOR	LIMITE SUPERIOR	PUNTO MEDIO	FRECUENCIA	PRODUCCION (gramos)		TOTAL
					HOJAS	RAMAS	
1	2,0	2,9	2,45	8	1.030	1.310	2.340
2	3,0	3,9	3,45	33	1.200	1.790	2.990
3	4,0	4,9	4,45	29	1.090	1.610	2.700
4	5,0	5,9	5,45	14	2.330	3.070	5.400
5	6,0	6,9	6,45	3	3.120	4.510	7.630
6	7,0	7,9	7,45	1	3.070	4.720	7.800

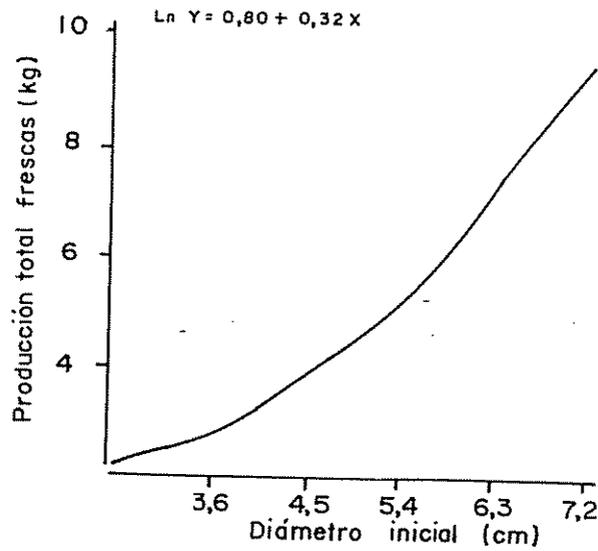
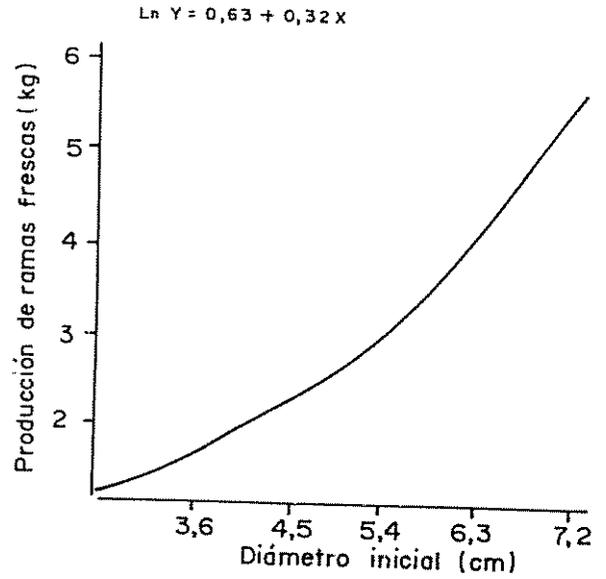
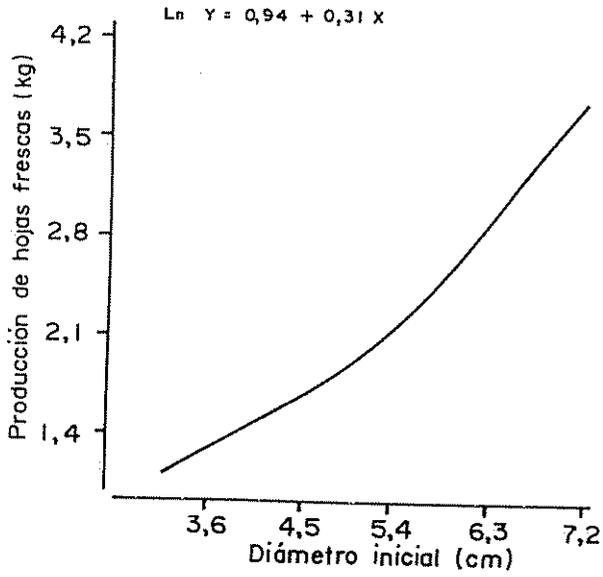


Figura 2. Representación de las regresiones de clase de 0,5 cm de diámetro inicial contra producción de *Gliricidia sepium*, en ensayos maíz - frijol/ *Gliricidia*, Acosta - Puriscal, San Jose, Costa Rica, 1986

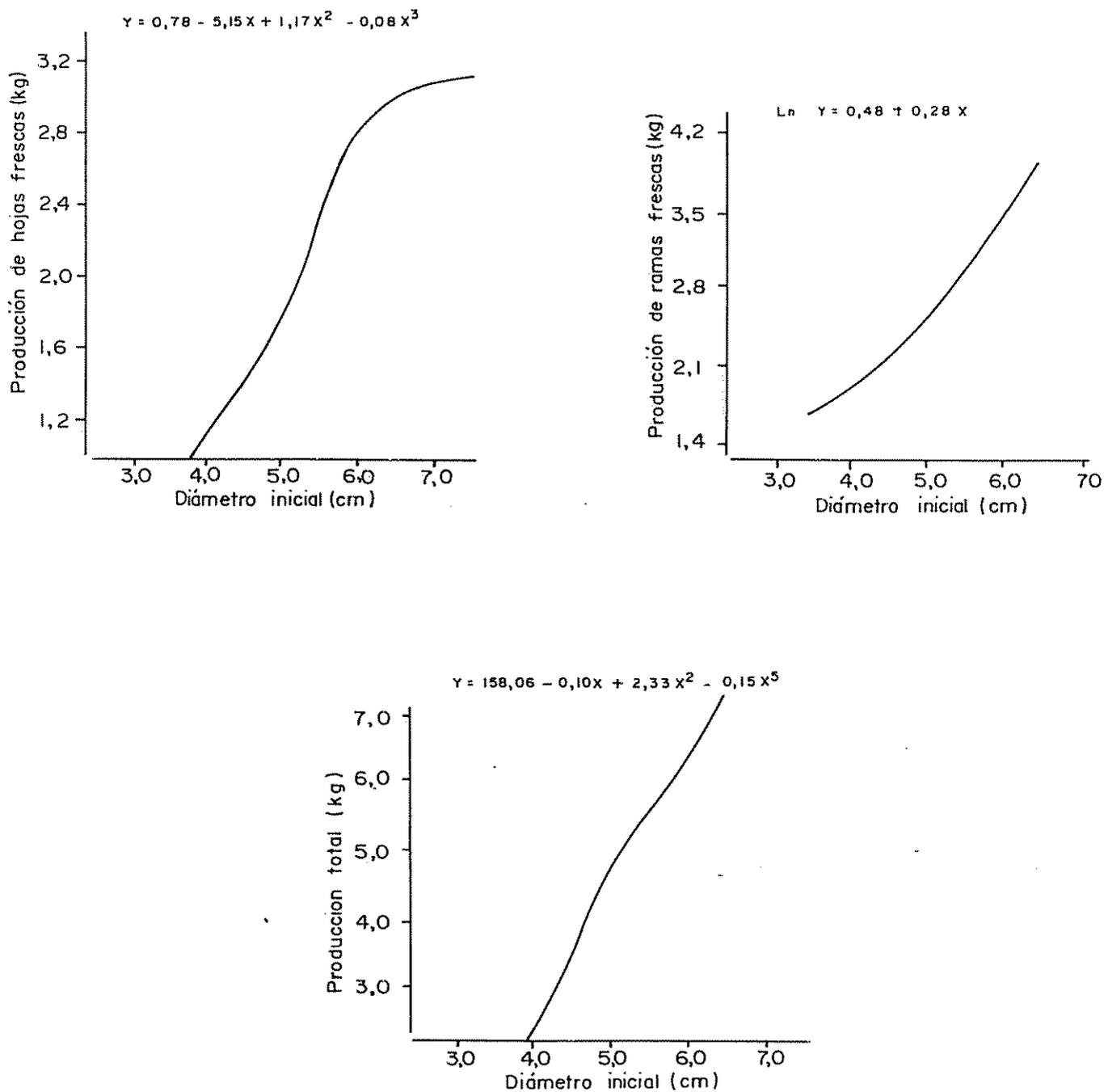


Figura 3. Representación de las regresiones de clase de 1,0 cm de diámetro inicial contra producción de Gliricidia sepium, en ensayos maíz-frijol / Gliricidia, Acosta - Puriscal, San José, Costa Rica, 1986

Cuadro 27. Regresión de diámetro final contra producción, en primera poda de Gliricidia sepium, en ensayos maíz-frijol/Gliricidia, Acosta-Puriscal, San José, Costa Rica, 1986.

VARIABLE Y	MODELO	R <sup>2</sup>	$\bar{X}$ (gramos)	C. V. %
Hojas	$Y = -2.163,9 + 75 X$	0,50	1.413	55,5
Ramas	$Y = -3.754,4 + 121 X$	0,46	2.014	68,1
Total	$Y = -5.918,4 + 196 X$	0,50	3.428	60,4

Para el análisis de regresión realizado, con el diámetro final agrupado por clases de diámetro a 0,5 y 1,0 cm contra la producción de Gliricidia, los resultados se presentan en los Cuadros 28 y 29. Las Figuras 4 (intervalo de 0,5 cm) y 5 (intervalo de 1,0 cm) presentan las gráficas de las regresiones.

Tomando en cuenta la reducción de la variabilidad al agrupar datos por clases, aquí se encuentran los más altos valores de  $R^2$  (0,91; 0,91 y 0,94 para hojas, ramas y producción total a 0,50 cm de intervalo y 0,91; 0,96 y 0,94 para los mismos, en el intervalo de 1,0 cm) y por lo tanto la mejor predicción de producción obtenida en el presente trabajo.

#### 6. Análisis químico de la cobertura de suelo

La cantidad de elementos nutritivos contenidos en las coberturas en los diferentes ciclos, varió debido a que: 1. aunque la aplicación de Gliricidia (15.000 kg/ha) y de la cobertura no leguminosa (10.000 kg/ha) fue constante, el porcentaje de materia seca varió; 2. el porcentaje de los nutrimentos en las coberturas varió de un ciclo a otro. (Cuadros 30 y 31).

#### 7. Análisis Económico

Los resultados del análisis económico de los rendimientos obtenidos, en Jilgueral, en los ciclos 1 y 3 (frijol) y 2 (maíz) se presentan a continuación. Los Cuadros del 32 al 35 presentan el análisis del ciclo 1; los Cuadros 36 al 38 los del ciclo 3 y por último del Cuadro 31 al 42 presentan los del ciclo 2 de maíz.

Cuadro 28. Características del agrupamiento de diámetro de final (0,5 cm), en la primera poda de *Gliricidia sepium*, en ensayos maíz-frijol/Gliricidia, Acosta-Puriscal, San José, Costa Rica, 1986.

Nº CLASE	LIMITE SUPERIOR	LIMITE INFERIOR	PUNTO MEDIO	FRECUENCIA	PRODUCCION (gramos)		TOTAL
					HOJAS	RAMAS	
1	2,5	2,9	2,7	1	520	250	770
2	3,0	3,4	3,2	8	580	660	1.240
3	3,5	3,9	3,7	8	470	390	860
4	4,0	4,4	4,2	18	1.000	1.390	2.390
5	4,5	4,9	4,7	17	1.030	1.390	2.420
6	5,0	5,4	5,2	17	1.610	2.610	4.220
7	5,5	5,9	5,7	9	2.230	2.900	5.130
8	6,0	6,4	6,2	3	3.230	5.510	8.740
9	6,5	6,9	6,7	3	3.530	4.910	8.440
10	7,0	7,4	7,2	3	2.610	3.860	6.470
11	7,5	7,9	7,7	1	4.630	6.670	11.300

Cuadro 29. Características del agrupamiento de diámetro final (1,0 cm) en la primera poda de Gliricidia sepium, en ensayos maíz-frijol/Gliricidia, Acosta-Puriscal, San José, Costa Rica, 1986.

Nº CLASE	LIMITE SUPERIOR	LIMITE INFERIOR	PUNTO MEDIO	FRECUENCIA	PRODUCCION (gramos)		
					HOJAS	RAMAS	TOTAL
1	2,0	2,9	2,45	1	520	250	770
2	3,0	3,9	3,45	16	520	520	1.040
3	4,0	4,9	4,45	35	1.010	1.390	2.400
4	5,0	5,9	5,45	26	1.830	2.710	4.540
5	6,0	6,9	6,45	6	3.380	5.210	8.590
6	7,0	7,9	7,45	4	3.110	4.560	7.670

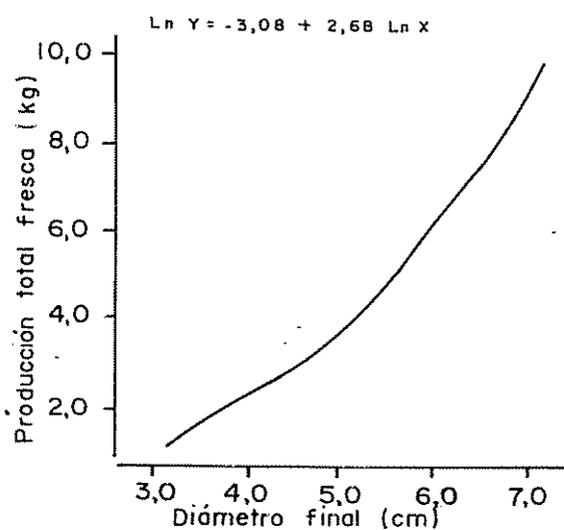
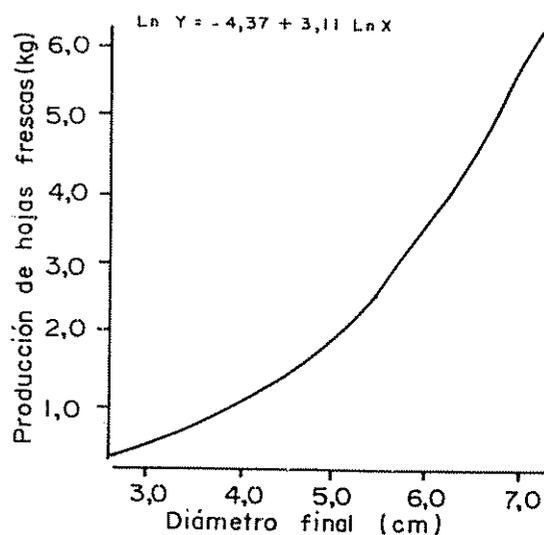
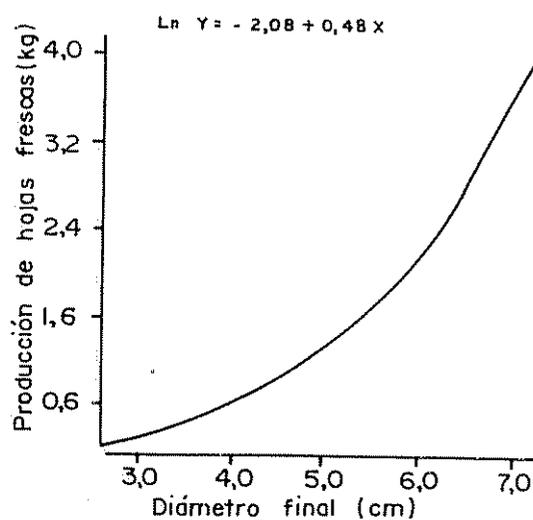


Figura 4. Representación de las regresiones de clase de 0,5cm de diámetro final contra producción de Gliricidia sepium, en ensayos, maíz-frijol/Gliricidia, Acosta - Puriscal, San José, Costa Rica, 1986

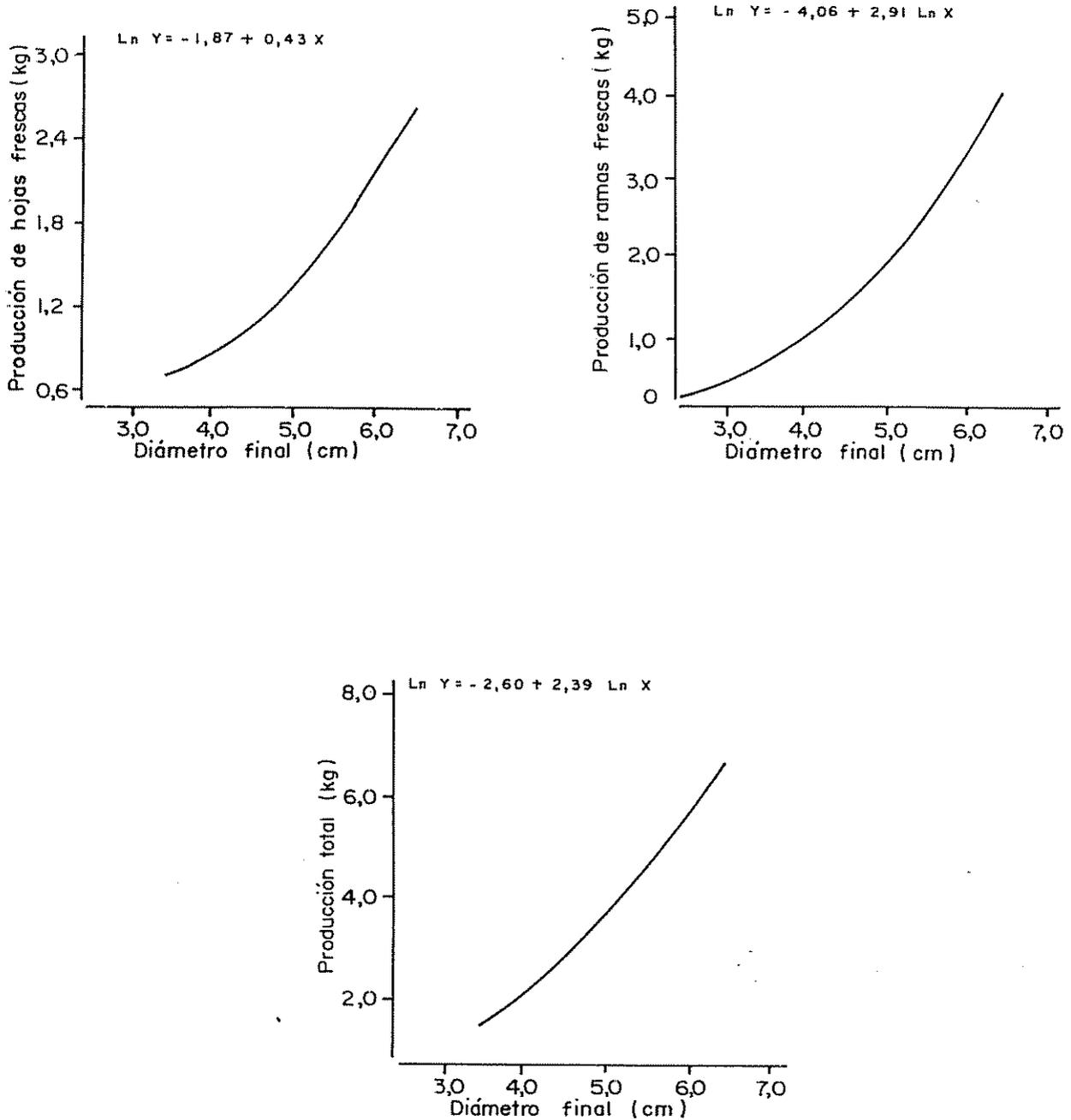


Figura 5. Representación de las regresiones de clase de 1,0 cm de diámetro final contra producción de *Gliricidia sepium*, en ensayos maíz-frijol/*Gliricidia*, Acosta Puriscal, San José, Costa Rica, 1986

Cuadro 30. Resultados de los análisis químicos de Gliricidia sepium aplicada al suelo, en ensayos maíz-frijol/Gliricidia, Acosta-Puriscal, San José, Costa Rica, 1986.

ELEMENTO	JILGUAL			JUNQUILLO	ACOSTA
	1 FRIJOL	2 MAIZ	3 FRIJOL	1 FRIJOL	1 FRIJOL
Peso fresco kg/ha	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000
Peso seco kg/ha	4.140	3.120	4.470	4.005	3.910
% Materia seca	27,6	20,7	29,8	26,7	26,1
N total %	2,9	3,9	3,8	3,9	4,1
kg/ha	120	122	170	156	160
P total %	0,2	0,3	0,3	0,2	0,2
kg/ha	8	9	13	8	8
K total %	1,0	2,0	1,9	1,9	2,2
kg/ha	41	62	86	76	86
Ca total %	1,9	1,4	1,4	0,3	1,0
kg/ha	79	44	63	12	39
Mg total %	0,6	0,6	0,3	0,2	0,4
kg/ha	25	19	13	8	16
Zn total p.p.m.	79,0	19,0	9,0	23,7	18,3
kg/ha	0,3	0,1	0,04	0,1	0,1
Mn total p.p.m.	130,0	62,0	129,0	83,3	66,7
kg/ha	0,5	0,2	0,6	0,3	0,3

Cuadro 31. Resultados de los análisis químicos de las coberturas no leguminosas en ensayos maíz-frijol/Gliricidia, Acosta-Puriscal, San José, Costa Rica, 1986.

ELEMENTO	JILGUERAL			JUNQUILLO	ACOSTA
	1 FRIJOL (caña de maíz)	2 MAIZ (Jaragua)	3 FRIJOL (Jaragua)	1 FRIJOL (Jaragua)	1 FRIJOL (Jaragua)
Peso fresco kg/ha	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000
Peso seco kg/ha	4.650	3.740	5.390	4.640	4.590
% Materia seca	46,5	37,4	53,9	46,4	45,9
N total % kg/ha	0,5 23	0,7 26	0,9 49	1,0 46	1,3 59,6
P total % kg/ha	0,1 5	0,1 4	0,1 5	0,1 5	0,1 5
K total % kg/ha	1,2 56	0,8 30	2,0 108	1,4 65	2,1 96
Ca total % kg/ha	0,4 19	0,8 30	0,5 27	0,3 14	0,5 23
Mg total % kg/ha	0,2 9	0,5 19	0,4 22	0,1 5	0,2 9
Zn total p.p.m. kg/ha	11,3 0,5	29,0 0,1	34,0 0,2	31,0 0,1	34,3 0,2
Mn total p.p.m. kg/ha	44,7 0,2	128,0 0,5	161,0 0,9	72,7 0,3	109,3 0,50

Cuadro 32. Estimación de costos variables de campo, por ha, para cada práctica involucrada en los tratamientos en ciclo I: frijol, en ensayos maíz-frijol/Gliricidia, Acosta-Puriscal, San José, Costa Rica, 1986.

OPERACION	INSUMO	Nº de UNIDADES	COSTO DE CAMPO (¢/ha)		DE OPORTUNIDAD		COSTO TOTAL (¢)
			PRECIO UNITARIO	COSTO	PRECIO UNITARIO	COSTO	
Fertilización							
Nitrogenada	NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	91 kg	10,90	991,90			7.741,90
	Mano de obra	30 jornales			225	6.750,00	
Control	Lazo	4,5 l	444	1.998,00			4.795,50
Malezas	Prowl	2,22 l	500	1.110,00			8.928,00
	Mano de obra	7,5 jornales			225	1.687,50	
	- aplicación	39,68 jornales			225	8.928,00	
	- deshierba						
Coberturas	Gliricidia	15.000 kg	0,95	14.250,00			
	Mano de obra	6,61 jornales			225	1.487,25	
	Caña de maíz	10.000 kg	0,25	2.500,00			
	Mano de obra	9,26 jornales			225	2.083,50	4.583,50
Estacas	Estacas	6.667 unidades	3,07	20.452,58 (1)			35.869,58
	Mano de obra	68,52 jornales		(4.090,56/ciclo)	225	15.417,00 (2)	(3.083,40/ciclo)

(1) Costo que se divide en partes iguales para 5 ciclos = ¢4.090,52/ciclo de costo estacas.

(2) Costo que se divide en partes iguales para 5 ciclos = ¢3.083,40/ciclo de costo de mano de obra siembra estacas.



Cuadro 34. Análisis de dominancia de datos de ciclo 1: frijol, en ensayos de maíz-frijol/Gliricidia, Acosta-Puriscal, San José, Costa Rica, 1986. (1)

BENEFICIO NETO (¢/ha)	TRATAMIENTOS	COSTO VARIABLE (¢/ha)
25.040,01	4	15.737,25
23.462,43	2	4.795,50
19.655,10	3	12.537,40+
15.880,37	7	16.669,90+
12.858,36	8	22.911,17+
12.228,18	5	4.583,50
10.917,06	6	12.325,40+

(1) Por hectárea; += tratamientos dominados

Cuadro 35. Análisis marginal de tratamientos, en ciclo 1: frijol, en ensayos maíz-frijol/GIricidia, Acosta-Puriscal, San José, Costa Rica, 1986 (1)

BENEFICIO NETO (¢/ha)	TRATAMIENTO	COSTO VARIABLE	CAMBIO CON RESPECTO AL BENEFICIO PROXIMO SUPERIOR		
			Incremento marginal en beneficio neto ¢	Incremento marginal en costo variable ¢	Tasa de retorno marginal
25.040,01	4	15.737,25	1.577,58	10.941,75	14,42%
23.462,43	2	4.795,50	11.234,25	212,00	5.299,2%
12.228,18	5	4.583,50			

(1) Por hectárea.

Cuadro 36. Estimación de costos variables de campo, por ha, para cada práctica involucrada en los tratamientos, ciclo 3: frijol, en ensayo maíz-frijol/Gliricidia, Acosta-Puriscal, San José, Costa Rica. 1986.

OPERACION	INSUMO	Nº DE UNIDADES	MONETARIO		COSTO DE CAMPO (£/ha)		DE OPORTUNIDAD		COSTO TOTAL (£)
			PRECIO UNITARIO	COSTO	COSTO	PRECIO UNITARIO	COSTO		
Fertilización Nitrogenada	NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	91 kg	10,90		991,90				4.361,90
	Mano de obra	37,2 jornales					225	8.370	
Control Malezas	Lazo	4,5 l	444,00		1.998,00				3.435,00
	Mano de obra	2,22 l	500,00		1.110,00				16.311,38
Coberturas	aplicación deshierba	5,0 jornales					225	1.125,00	
	Gliricidia	72,5 jornales	0,95		1.425,00		225	16.311,38	15.737,50
Estacas	Mano de obra	6,61 jornales					225	1.487,25	
	Mano de obra	10,000 kg	1,60		16.000,00		225	1.786,50	17.786,50
	Estacas	6,667	3,07		20.451,55(1)		225	15.417,00(2)	35.869,58
	Mano de obra	68,51 jornales			(4.090,52/ciclo)			(3.083,40/ciclo)	

(1) Costo que se divide en partes iguales para 5 ciclos = \$4.090,52/ciclo de corta estacas.

(2) Costo que se divide en partes iguales para 5 ciclos = \$3.083,40/ciclo de costo mano de obra siembra estacas.

Cuadro 37. Presupuesto parcial de datos promedios, ciclo 3: frijol en ensayos de maíz-frijol/Gliricidia, Acosta-Puriscal, San José, Costa Rica. 1986. (1)

CONCEPTO	T R A T A M I E N T O S								
	C	N	H	C	N	H	C	N	H
	0	0	0	0	1	1	1	0	0
	1	2	3	4	5	6	7	8	
	(Gliricidia)		(Jaraqua)		(Jaraqua)		(Gliricidia + estacas)		
1. Rendimiento promedio (ton/ha)	0,17	0,16	0,32	0,38	0,20	0,35	0,37	0,28	
2. Rendimiento ajustado (ton/ha) (2)	0,14	0,13	0,26	0,30	0,16	0,28	0,30	0,22	
3. Beneficio bruto de campo (¢) (3)	5.007,74	4.650,04	9.300,08	10.730,86	5.723,13	10.015,47	10.730,86	7.869,30	
<u>Costos Monetarios Variables:</u>									
4. Nitrógeno	0	0	991,90	0	0	991,90	991,90	0	
5. Herbicidas	0	3.108,00	3.108,00	0	0	0	0	0	
6. Gliricidia	0	0	0	14.250,00	0	0	0	14.250,00	
7. Jaraqua	0	0	0	0	16.000,00	16.000,00	0	0	
8. Estacas	0	0	0	0	0	0	0	4.090,52	
<u>Costos Variables de oportunidad:</u>									
9. Mano de obra: Nitrógeno	0	0	8.370,00	0	0	8.370,00	8.370,00	0	
10. Mano de obra: Herbicidas	16.311,38 (5)	3.433,00	0	0	0	0	16.311,38	0	
11. Mano de obra: Gliricidia	0	0	0	1.487,25	0	0	0	1.487,25	
12. Mano de obra: Jaraqua	0	0	0	0	1.786,50	1.786,50	0	0	
13. Mano de obra: Estacas	0	0	0	0	0	0	0	0	
14. Total de Costos Variables: (¢/ha)	16.311,38	6.541,00	15.902,90	15.737,25	17.786,50	27.148,40	25.673,28	22.911,17	
15. Beneficio Neto: (¢/ha)	-11.303,64	-1.890,96	-6.602,82	-5.006,39	-12.063,37	-17.132,93	-14.942,48	-15.041,87	

(1) Por hectárea; C= cobertura, N= Nitrógeno y H= herbicida.  
 (2) 20% de reducción a finca del agricultor.  
 (3) Precio San José= ¢1.936,75/qq; Precio Campo= ¢1.611,24/qq.  
 (4) H1era N° 3- H1era N° 14 = Beneficio Neto (15)  
 (5) Deshierba manual.

Cuadro 38. Análisis de dominación de datos de ciclo 3; frijol, en ensayos de maíz-frijol/Gliricidia, Acosta-Puriscal, San José, Costa Rica, 1986. (1)

BENEFICIO NETO (¢/ha)	TRATAMIENTOS	COSTOS VARIABLES (¢/ha)
1.890,96	2	6.541,00
5.006,39	4	15.737,25+
6.602,82	3	15.902,90+
11.303,64	1	16.311,38+
12.063,37	5	17.786,50+
14.942,48	7	25.673,28+
15.041,87	8	22.911,17+
17.132,93	6	27.148,40+

(1) Por hectárea; += tratamientos dominados.

Cuadro 39. Estimación de costos variables de campo, por ha, para cada práctica involucrada en los tratamientos en ciclo 2: maíz, en ensayos maíz-frijol/Gliricidia, Acosta-Puriscal, San José, Costa Rica, 1986.

OPERACION	INSUMO	Nº DE UNIDADES	COSTO DE CAMPO (¢/ha)		COSTO TOTAL (¢)
			DE OPORTUNIDAD		
			MONETARIO	PRECIO DE OPORTUNIDAD	
			PRECIO UNITARIO	COSTO	
Fertilización Nitrogenada	NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	242,42 kg	10,90	2.642,42	10.292,42
	Mano de obra	34 jornales			
Control Malezas	Gesaprím	2,5 l	267,00	677,50	3.465,00
	Prowl	2,22 l	500,00	1.110,00	
Coberturas	Mano de obra				
	Gliricidia	15.000 kg	0,95	14.250,00	15.738,00
Estacas	Mano de obra	6,61 jornales			
	Jaragua	10.000 kg	1,60	16.000,00	17.786,50
	Mano de obra	7,94 jornales			
	Estacas	6.667 unidades	3,07	20.467,69 (1) (4.093,54)	
	Mano de obra	68,52 jornales			
			225	15.417,00 (2) (3.083,40)	35.884,69 (7.176,94)

(1) Costo que se divide en partes iguales para 5 ciclos = ¢4.093,54/ciclo de costo estacas.

(2) Costo que se divide en partes iguales para 5 ciclos = ¢3.083,40/ciclo de costo de mano de obra siembra estacas.

Cuadro 40. Presupuesto parcial de datos promedios, ciclo 2: maíz, en ensayos maíz-frijol/Gliricidia, Acosta-Puriscal, San José, Costa Rica, 1986. (1)

CONCEPTO	T R A T A M I E N T O S											
	C	N	H	C	N	H	C	N	H	C	N	H
	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0
	1	2	3	4	5	6	7	8				
	(Gliricidia) (Jaragua)											
	(Gliricidia + estacas)											
1. Rendimiento promedio (ton/ha)	1,59	2,08	3,29	1,96	2,21	2,74	2,29	0,33				
2. Rendimiento ajustado (ton/ha) (2)	1,27	1,66	2,63	1,57	1,77	2,19	1,83	0,26				
3. Beneficio bruto de campo (¢) (3)	14.789,96	9.331,75	30.628,02	18.283,65	20.612,77	25.503,94	21.311,51	3.027,87				
Costos Monetarios Variables:												
4. Nitrógeno	0	0	2.642,42	0	0	2.642,42	2.642,42	0				
5. Herbicidas	0	3.465,00	3.465,00	0	0	0	0	0				
6. Gliricidia	0	0	0	14.250,00	0	0	0	14.250,00				
7. Jaragua	0	0	0	0	16.000,00	16.000,00	0	0				
8. Estacas	0	0	0	0	0	0	0	0				4.093,54
Costos variables de oportunidad:												
9. Mano de obra: Nitrógeno	0	0	7.650,00	0	0	7.650,00	7.650,00	0				
10. Mano de obra: Herbicida	0	1.687,50	1.687,50	0	0	0	0	0				
11. Mano de obra: Gliricidia	0	0	0	1.488,00	0	0	0	1.488,00				
12. Mano de obra: Jaragua	0	0	0	0	1.786,50	1.786,50	0	0				
13. Mano de obra: Estacas	0	0	0	0	0	0	0	0				2.083,40
14. Total de Costos Variables: (¢/ha)	0	5.152,50	15.444,92	15.738,00	17.786,50	28.078,92	10.292,42	19.831,54				
15. Beneficio Neto: (¢/ha) (4)	14.789,96	14.179,25	15.183,10	2.545,65	2.545,65	-2.574,98	11.019,09	-16.803,67				

(1) Por hectárea; C= cobertura, N= Nitrógeno y H= herbicida.  
 (2) Precio San José= ¢628,75/qq. Precio de campo: ¢524,58/qq.  
 (3) Rendimiento ajustado: 20% menos a nivel de lotes comerciales.  
 (4) Hileras N° 3-Hileras N°14 = Beneficio Neto (15).

Cuadro 41. Análisis de dominancia de datos, Ciclo 2: maíz, en ensayos de maíz-frijol/Gliricidia, Acosta-Puriscal, San José, Costa Rica, 1986. (1)

BENEFICIO NETO (¢/ha)	TRATAMIENTOS	COSTOS VARIABLES (¢/ha)
15.183,10	3	15.444,92
14.789,96	1	0
14.179,25	2	5.152,50+
11.019,09	7	10.292,42+
2.826,27	5	17.786,42+
2.545,65	4	15.738,00+
2.574,98	6	28.078,92+
16.803,67	8	29.831,54+

(1) Por hectárea; += tratamientos dominados.

Cuadro 42. Análisis marginal de tratamientos, ciclo 2: maíz, en ensayos maíz-frijol/Gliricidia, Acosta-Puriscal, San José, Costa Rica, 1986. (1)

BENEFICIO NETO (¢/ha)	TRATAMIENTO	COSTO VARIABLE (¢/ha)	CAMBIO CON RESPECTO AL BENEFICIO PROXIMO SUPERIOR		
			Incremento marginal en beneficio neto (¢)	Incremento marginal en costo variable (¢)	Tasa de retorno marginal
15.183,10	3	15.444,92	393,14	15.4444,92	2,55%
14.789,96	1	0			

(1) Por hectárea.

## V. DISCUSION

### 1. Comportamiento del suelo durante el transcurso del ensayo.

El comportamiento de este suelo, que clasifica según Alvarado (3) como Fluventic Ustropept, durante el desarrollo del ensayo, no presentó variaciones significativas debido a los tratamientos aplicados, de manera tal que los diferentes elementos analizados al principio y final de cada ciclo de cultivo no variaron, ni siquiera en los tratamientos que adicionaban grandes cantidades de materia verde (por ejemplo Gliricidia con 15 T/ha).

Solamente el trabajo de Vleeschauwer, Lal y Malafa (83) concuerdan con estos resultados y parcialmente el trabajo de Kang, Lawson y Grimme (39). Mientras que es abrumadora la literatura que presenta diferencias estadísticas importantes en los elementos químicos de un suelo cuando se aplican coberturas (1, 13, 36, 48, 86).

La falta de una respuesta, en cuanto a las propiedades químicas del suelo, probablemente se debe al corto período de tiempo involucrado en este estudio, por lo tanto es de esperar diferencias que, probablemente aumenten año tras año si se siguen los mismos tratamientos.

### 2. Efecto de la precipitación.

A pesar de que Platen (70) en un estudio sobre el ambiente físico-biológico de la zona de Acosta-Puriscal expresa que las 2 subáreas tienen una precipitación abundante con promedios anuales para Puriscal de 2.470 mm y para Acosta de 2.050 mm, la Figura 1 corrobora, la también apreciación de este autor, de que la zona se caracteriza porque "las diferencias entre los máximos de lluvias por mes, los promedios y los mínimos son muy grandes".. El Cuadro 11 ilustra, en rendimiento de frijol en los 3 sitios, el efecto antes apuntado, de una pésima distribución de la lluvia.

Okigbo (66) expresa: "Sin embargo las leguminosas (árboles) que adicionan nitrógeno al suelo en algunas ocasiones compiten con los cultivos anuales plantados por agua"; esto se puede dar con la práctica de asociación Gliricidia con maíz/frijol en las condiciones de precipitación arriba presentadas al comparar, en el Cuadro 11, los rendimientos del tratamiento de sólo cobertura de Gliricidia o del de estacas sembradas.

### 3. Comportamiento del rendimiento en los tratamientos aplicados.

El efecto de los tratamientos aplicados en el rendimiento se debe analizar en tres aspectos: 1. efecto del nitrógeno, 2. efecto de los herbicidas y 3. efecto de las coberturas.

#### 3.1. Efecto del N.

Este efecto, tanto en frijol como en maíz, es claro en el sentido de que la presencia del mismo es fundamental para obtener altas producciones (Cuadro 11), ya que en aquellos tratamientos en que no se aplicó, el rendimiento baja hasta en un 50%. El Cuadro 12, refuerza lo anterior, pues al efectuar contrastes, entre tratamientos con N y sin él, la diferencia es marcada a favor de la presencia de N. En Acosta el efecto parece no ser así, ya que no se presentó diferencia estadística, pero al analizar el promedio de producción de cada tratamiento, se puede detectar una tendencia en el sentido de lo arriba anotado. La literatura confirma el importante resultado, mostrado por estos ensayos (4, 5, 21, 70).

#### 3.2. Efecto de los herbicidas.

No parece haber un claro efecto de su aplicación (Cuadros 11 y 12), por falta de evidencia estadística, incluso no se presentó ningún contraste significativo. Poca literatura existe para la zona, que permita analizar mejor la situación del papel de los herbicidas en los rendimientos de maíz y frijol.

Aunado a lo anterior, los trabajos de Platen, Rodríguez y Lagemann (70) y Araya Sánchez (5) indican que, la mano de obra para el control de malezas es más importante, como factor de producción, que los herbicidas mismos.

### 3.3. Efecto de las coberturas.

El efecto de las coberturas sobre el rendimiento de ambos cultivos, se presenta como no importante por sí mismo, al no haber respuestas significativas importantes (Cuadros 11 y 12). Una excepción es Junquillo, en donde para frijol se presenta una diferencia altamente significativa a favor del uso de coberturas (521,3 kg/ha) contra el no uso (343,4 kg/ha).

Este resultado general concuerda con el obtenido por Quinlan (71) Lugo-López (57) y I.I.T.A. (34), incluso Alberty Rodríguez (2) reporta menores rendimientos de ambos cultivos (maíz y frijol) al usar coberturas. Sin embargo, Pieters (69), Zingg y Whitfield (93), Greb, Smika y Black (26), Lal (54), I.I.T.A. (33, 34) y Juo y Lal (44) demuestran lo contrario.

Pero, lo que sí resulta claro, es que el efecto de las coberturas está asociado a la presencia de N, en otras palabras, una cobertura que contenga cantidades importantes de N (Gliricidia por ejemplo) o una a la que se le agregue N (caña de maíz o Jaragua más N) tiene un impacto fundamental en el rendimiento.

Lo anterior se demuestra al ocupar la cobertura de Gliricidia un primer lugar en rendimiento en los 4 ciclos de frijol reportados en este trabajo (excepción de Acosta, en donde no hubo diferencia significativa, pero la cobertura ocupó el primer lugar en producción) y un quinto lugar en maíz (superando al testigo sin N). La cobertura de Gliricidia con estacas sembradas, ocupó un segundo lugar en los ciclos, 1 de Jilgueral, Junquillo y Acosta (frijol), respectivamente; un tercer lugar en el ciclo

3 (frijol) de Jilgueral empatando con el tratamiento que llevó N y herbicida y un último lugar en el ciclo 2 (maíz) que se explica por qué las estacas no fueron podadas debido a que tenían menos de 12 meses de sembradas, lo que resultó en una sombra excesiva del cultivo.

La cobertura no leguminosa presentó pésimos rendimientos cuando no tuvo N. Pero cuando se usó la adición de nitrógeno, su rendimiento fue superior. Los Cuadros 11, 12 y 43 ilustran los anteriores planteamientos.

Con lo expuesto, coinciden los trabajos de Wilson (89), I.I.T.A. 1980 (36), Wilson y Reed (91), Kang (47), I.I.T.A. 1982 (38), Kang (46), I.I.T.A. 1983 (39) y Kass (50). Resultados opuestos presentan: Kass (49, 50), Wilson (89), Wilson y Okoli (90) y I.I.T.A. 1983 (39).

También los siguientes autores obtuvieron resultados positivos, al aplicar coberturas leguminosas ricas en N a maíz y frijol; Bonnet (10) con Stizolobium duringianum, Lugo-López (57) con frijol terciopelo, I.I.T.A. (34) con leguminosas no especificadas, Kass (50) con Erythrina, Gmelina y Vigna, I.I.T.A. 1983 (39) y 1980 (36) con Leucaena, I.I.T.A. 1975 (33) y 1976 (34) con leguminosas, I.I.T.A. 1982 (38) con Leucaena y Alchornea, McCalla y Army (59) con trébol y alfalfa y Kang, Wilson y Sipkens (48) con Leucaena.

Es importante destacar el hecho de la posible competencia que se produce, entre las estacas de Gliricidia y los cultivos anuales, dado que en todos los ciclos y sitios la cobertura de Gliricidia sin estacas superó en rendimiento a la misma pero con estacas vivas sembradas (Cuadro 43).

#### 4. Comportamiento del peso de follaje con respecto a los tratamientos.

El comportamiento del peso de follaje se presentó igual, en todos sus extremos, con el que se presentó en rendimiento.

Cuadro 43. Efecto de las coberturas de suelo sobre el rendimiento de maíz y frijol, en ensayos maíz-frijol/Gliricidia, Acosta-Puriscal, San José, Costa Rica, 1986. (1).

CICLO	C O B E R T U R A			
	<u>Gliricidia</u>	<u>Gliricidia + estacas</u>	Jaragua	Jaragua + Nitrógeno
<u>Jilqueral</u>				
1. frijol	1.429 a	1.251 ab	593 c	636 c
2. maíz	1.957 abcdef	325 g	2.213 abcd <sup>(2)</sup>	2.739 ab <sup>(2)</sup>
3. frijol	383 a	278 abc	198 bc	349 ab
<u>Junquillo</u>				
1. frijol	789 a	565 ab	255 c	478 bc
<u>Acosta</u>				
1. frijol	305 a	304 a	231 a	255 a

(1) kg/ha; las letras deben leerse en dirección a las hileras (por ciclo) igual letra no diferencia significativa.

(2) Caña de maíz.

Primero: un claro efecto positivo de la presencia de N (Cuadros 13 y 14); segundo: los herbicidas no tuvieron ninguna importancia en la producción de follaje y por último la interacción cobertura-N sí afectó positivamente la producción de follaje (Cuadro 44).

Unicamente un trabajo de I.I.T.A. de 1983 (39), concuerda, con estos resultados al presentar 2,7 T /ha de producción de follaje de maíz cuando se aplicó al suelo follaje de Leucaena, contra 1 T. /ha cuando no se aplicó la misma.

Sí es importante hacer notar que, el peso de follaje tuvo, en todos los casos, una correlación alta y positiva (Cuadro 45) con el rendimiento lo que permite afirmar que la influencia de esta variable en el mismo (o viceversa) es grande y se debe tomar permanentemente en cuenta.

##### 5. Respuesta de la biomasa total a la aplicación de los tratamientos.

La suma de peso de grano y peso de follaje, biomasa total, también presentó un comportamiento semejante a estas variables con respecto al N, los herbicidas y la interacción cobertura-N (Cuadros 15, 16 y 46).

Solamente Kass y Barrantes (49) tienen resultados en producción total de materia seca y reportan que al asociar Gliricidia con maíz y frijol se aumenta, en ambos cultivos, la materia seca con respecto a la no asociación.

Esta variable parece mostrar, un poco mejor el efecto de la competencia de Gliricidia con maíz y frijol ya que, excepto para Acosta, en todos los ciclos la producción de biomasa total fue menor en el tratamiento de estacas sembradas de Gliricidia contra aquel en que sólo se usó su follaje como cobertura de suelo (Cuadro 46).

Cuadro 44. Efecto de las coberturas de suelo sobre la producción de follaje, en ensayos maíz-frijol/Gliricidia, Acosta-Puriscal, San José, Costa Rica, 1986. (1)

CICLO	C O B E R T U R A			
	<u>Gliricidia</u>	<u>Gliricidia + estacas</u>	Jaragua	Jaragua + Nitrógeno
<u>Jilqueral</u>				
1. frijol	1.158 a	1.106 a	499 b	540 b
2. maíz	12.073 abc	5.647 c	13.825 ab <sup>(2)</sup>	17.661a <sup>(2)</sup>
3. frijol	1.063 ab	600 c	775 bc	1.263a
<u>Junquillo</u>				
1. frijol	646 a	458 ab	208 b	445ab
<u>Acosta</u>				
1. frijol	903 a	972 a	528 a	611a

(1) kg/ha; las letras deben leerse en dirección a las hileras (por ciclo); igual letra no diferencia significativa.

(2) Caña de maíz.

Cuadro 45. Correlación de peso de follaje y biomasa total con rendimiento, en ensayos maíz-frijol/Gliricidia, Acosta-Puriscal, San José, Costa Rica, 1986. (1)

CICLO	COEFICIENTE DE CORRELACION	
	Peso de follaje	Biomasa total
<u>Jilgueral</u>		
1. frijol	0,98*	0,99*
2. maíz	0,90**	0,94**
3. frijol	0,67**	0,99**
<u>Junquillo</u>		
1. frijol	0,91*	0,98*
<u>Acosta</u>		
1. frijol	n.s.	0,81*

(1) n.s.= variable no significativa; \*= significativa al 5% y \*\*= significativa al 1%.

Cuadro 46. Efecto de las coberturas sobre biomasa total, en ensayos maíz-frijol/Gliricidia, Acosta-Puriscal, San José, Costa Rica, 1986. (1)

CICLO	C O B E R T U R A			
	<u>Gliricidia</u>	<u>Gliricidia + estacas</u>	Jaragua	Jaragua + Nitrógeno
<u>Jilgueral</u>				
1. frijol	2.581 a	2.353 a	1.091 b	1.175 b
2. maíz	11.799 ab	4.928 c	13.483 <sup>(2)</sup> ab	17.136 <sup>(2)</sup> a
3. frijol	1.445 ab	878 c	973 bcd	1.611 a
<u>Junquillo</u>				
1. frijol	1.434 a	1.023 ab	463 c	922 bc
<u>Acosta</u>				
1. frijol	1.208 a	1.276 a	758 b	866 ab

(1) kg/ha; las letras deben leerse en dirección a las hileras (por ciclo); igual letra no diferencia significativa.

(2) Caña de maíz.

## 6. Comportamiento de los nutrimentos en plantas de maíz y frijol.

Los ciclos 1 (frijol) y 2 (maíz), de Jilgueral, no tuvieron suficientes resultados significativos como para poder sacar alguna conclusión importante del papel que jugaron los tratamientos aplicados en el estatus nutritivo de la planta (Cuadros 17 y 19).

Sin embargo, en el ciclo 3 (frijol) los resultados significativos y el análisis de los contrastes (Cuadros 18 y 19) permiten expresar lo siguiente: el mejor estatus nutritivo del frijol se logró con el tratamiento de Jaragua más N. Estos resultados no concuerdan con los de rendimiento (pese a altas correlaciones), pues este tratamiento no fue el mejor en el mismo (Cuadro 43), tampoco con los resultados del análisis químico de las coberturas (Cuadros 30 y 31).

Por lo tanto se puede decir que la única explicación podría ser el efecto del tratamiento sobre la fisiología de la planta (incluido el proceso de absorción), aunque el mismo no se refleja en una mejor producción.

Discutir los otros tratamientos presenta el mismo problema, de falta de indicios en los ciclos anteriores y en la literatura. Dado lo anterior, se analizarán 3 aspectos colaterales de nutrimentos en el frijol del ciclo 3 de Jilgueral como son:

1. La evidencia que se presenta de competencia por nutrimentos.
2. El efecto de la lluvia.
3. El efecto de las coberturas.

### 6.1. Competencia por nutrimentos.

El análisis de los contrastes demuestra que se dió una clara competencia, para todos los elementos analizados, entre las estacas de Gliricidia sepium y el frijol, pues cuando el frijol no estuvo asociado con ellos, tuvo contenidos altos de nutrimentos (Cuadro 19). Esto confirma la observación hecha en biomasa total de que se presentan indicios de

competencia frijol-Gliricidia, y donde el frijol parece llevar la peor parte.

Pero, contrariamente, el contraste de herbicidas contra sin herbicidas; para N, P y K, presenta un efecto inverso, ya que estos elementos están en mayor cantidad (Cuadro 19) cuando no se puso herbicida que cuando se usaron los mismos, (se espera mayor competencia por nutrientes al haber más maleza).

### 6.2. Efecto de la lluvia.

Como lo demuestra la Figura 1, la escasez de agua, tiene que estar influyendo tremendamente en el tipo de resultados obtenidos en el ciclo 3 (frijol) y por lo tanto se debe de tener cuidado al interpretar estos resultados, además se debe esperar a contar con más evidencia (ciclos de siembra) para aclarar este efecto. Incluso la competencia que se discutió entre frijol-Gliricidia tiene que estar influida por la habilidad de cada especie para extraer agua del suelo en condiciones de escasez hídrica, como fue el caso de este ciclo.

### 6.3. Efecto de las coberturas.

El efecto de las coberturas sobre el estatus nutritivo de la planta se presenta solo en el caso del P y K en donde ambos estuvieron en mayor cantidad en las plantas cuando las mismas fueron tratadas con alguna cobertura de suelo (Cuadro 19). En la revisión de literatura realizada, sólo el trabajo de Watson, Weng y Narayanan (85) tiene resultados semejantes del efecto de aplicar coberturas al suelo sobre el estatus nutritivo de hojas de hule (Hevea brasiliensis).

## 7. Comportamiento de la maleza.

Los escasos resultados significativos que se presentaron en todas las variables evaluadas en la maleza, permiten expresar que, los tratamientos

aplicados en estos ensayos de asociación maíz-frijol/Gliricidia, no afectaron el comportamiento de las diferentes malezas existentes en los sitios. Alberty Rodríguez (2) y McCalla y Army (59) concuerdan con los resultados obtenidos en este trabajo.

Por su parte, Lal (53 y 54), I.I.T.A. (36 y 39) y Wijewardane y Waidyanatha (88) obtuvieron resultados opuestos, principalmente cuando usaron coberturas de suelo, incluyendo hojas de Gliricidia, al lograr reducir la maleza con el uso de las mismas.

## 8. Comportamiento de Gliricidia sepium.

### 8.1. Arraigo de estacas.

Dada la gran importancia que en literatura se le da al diámetro de las estacas de Gliricidia (6, 8, 14, 56, 62, 81 y 88), el Cuadro 47 ilustra, la sobrevivencia de estacas (por clases de diámetro). Hay una tendencia de sobrevivencia reducida cuando se aumenta el diámetro y las de diámetro comprendido entre 6 y 6,9 cm son las que más problemas presentaron para sobrevivir, lo que puede ser atribuido a la dificultad de manejo de las mismas (más pesadas) y que podría contribuir a golpes y daños; también se pudieron haber presentado problemas de estacas gruesas de mucha edad. Estos resultados, concuerdan con los reportados por Vastey (81), Chadhokar (14), Baggio (6), Falvey (23) y Wijewardane y Waidyanatha (88), Kidd y Taogaga (51) y Kass y Barrantes (49).

### 8.2. Producción.

Del Cuadro 24 se puede deducir que el número de estacas que se podaron no fueron capaces de aportar el requerimiento de  $1,5 \text{ kg/m}^2$  de hojas frescas puesto que la producción alcanzó un promedio de  $0,9 \text{ kg/m}^2$  de hojas y  $1,3 \text{ kg/m}^2$  de ramas, de las cuales no se espera mucho aporte de N. En otras palabras, en esta primera poda, no se contó con suficiente material como para lograr una adecuada nutrición de N al frijol. Estos resultados son muy inferiores a los obtenidos por Baggio (6), Chadhokar (14) y

Cuadro 47. Porcentaje de arraigo de *Gliricidia sepium* en las tres resiembras de Jilgueral, en ensayos maíz-frijol/*Gliricidia*, Acosta-Puriscal, San José, Costa Rica, 1986.

Nº CLASE	LIMITE INFERIOR DIAMETRO (cm)	LIMITE SUPERIOR DIAMETRO (cm)	FRECUENCIA (1)	ARRAIGO (%) (2)		
				1	2	3
1	2,0	2,9	6	83,3	100,0	---
2	3,0	3,9	39	74,4	81,8	0,0
3	4,0	4,9	45	66,7	93,3	100,0
4	5,0	5,9	22	77,3	100,0	---
5	6,0	6,9	7	42,9	50,0	100,0
6	7,0	7,9	1	100,0	---	---

(1) A la siembra inicial

(2) En cada resiembra

Oakes y Skovr (65), talvés por ser la primera poda de estacas recién sembradas.

### 8.3. Producción y diámetro inicial.

La relación entre el diámetro de las estacas de Gliricidia al momento de sembrarlas y la producción de una poda, 16 meses después, es muy baja y despreciable. Sin embargo, los Cuadros 25 y 26 y las Figuras 2 y 3 indican que al agrupar las estacas por intervalos, surgen algunas relaciones que podrían tener importancia práctica para recomendar determinados diámetros iniciales. Pero la falta de sustento en literatura y el hecho de ser una primera poda impiden profundizar más en el efecto señalado.

### 8.4. Producción y diámetro final.

Los Cuadros 27, 28 y 29 y las Figuras 4 y 5 demuestran que sí hay una relación directa, que varía de forma según el caso, entre la producción de las estacas de Gliricidia en la primera poda y del diámetro de las mismas al momento de aquella. También debe hacerse notar que las relaciones entre este diámetro y las producciones de hojas; ramas y total no parecen ser lineales, pues los " $R^2$ " del Cuadro 27 son bastante bajos, alrededor de 0,50. Las mejores predicciones surgieron después de agrupar los datos en clases diamétricas de 0,50 y 1,0 cm y probar modelos logarítmicos. Sin embargo en el proceso de agrupación se reduce la variabilidad de los datos y por lo tanto los valores de  $R^2$  que resultaron (0,9) no tienen sentido salvo por el uso de clases con idéntica frecuencia y para recomendaciones prácticas, a nivel de fincas, por intervalos de clases de diámetro. Sería recomendable seguir probando diferentes modelos, utilizando los datos originales de diámetro final como variable independiente para la predicción de producción de biomasa.

Los trabajos de Salazar (74), Picado y Salazar (68) y Beliard (8) concuerdan con lo antes expuesto, pues encontraron relación entre la producción de Gliricidia y diferentes variables independientes de la misma

como diámetro, diámetro de copa, área basal de las ramas, número de brotes por planta, diámetro basal promedio de los brotes y diámetro de altura de pecho.

## 9. Comportamiento químico de las coberturas.

### 9.1. Gliricidia sepium.

Sus aportes de nutrimentos, promedios de 5 ciclos, son altos en cuanto a N, K y Ca (145;70 y 47 kg/ha respectivamente) medio para Mg (16 kg/ha) y bajo en cuanto a P, pues aporta solamente 8 Kg/ha como promedio de 5 ciclos. Estos resultados concuerdan con las referencias citadas en el Cuadro 4.

### 9.2. Hypharrenia rufa (Jaragua).

La cobertura no leguminosa tiene un aporte, promedio de 4 ciclos, modesto de N (45 kg/ha) y alto de K (74 kg/ha). Totalmente despreciables son los aportes que hace de los demás nutrimentos (4, 23 y 13 kg/ha de P, Ca y Mg respectivamente).

## 10. Análisis Económico.

Perrin et al (67) expresan: "Para que un técnico pueda hacer recomendaciones..., los datos agronómicos sobre los que se basan las recomendaciones deberán ser consistentes con las circunstancias agronómicas y sociales del agricultor. De otra manera, el productor no obtendrá los resultados predichos por el técnico. Igualmente, la evaluación de estos datos por parte del técnico deberá tener en cuenta las metas del productor y aquellos factores que influyen sobre su capacidad de lograrlas".

Con estas ideas en mente se puede expresar que el hecho de presentar, en este trabajo, algunos resultados económicos tiene como objetivo el tratar de visualizar si la tecnología que se está probando, tiene alguna espe-

ranza de ser utilizada en condiciones comerciales en las fincas de la región.

Por ser datos de investigación exploratoria en la región, sin experiencias previas, con costos no del todo ajustados al manejo que haría el agricultor de la tecnología probada y la poca cantidad de repeticiones en espacio y tiempo, la presentación que se hace, en el capítulo anterior, de algunos análisis económicos deben tomarse e interpretarse con cuidado y reserva. Además los datos económicos experimentales no siempre coinciden (por lo general son más altos) con manejos comerciales.

El tratamiento de Gliricidia parece tener algún potencial competitivo (económicamente hablando) en frijol con respecto a la tecnología recomendada en la región (tratamiento 3), pues en los 2 ciclos tiene una mayor tasa marginal de retorno (Cuadros 35 y 38). Pero para maíz no, debido probablemente, a su errático efecto sobre la producción.

Debe observarse con sumo cuidado que, la tecnología recomendada es superada en frijol y que en maíz presenta una escasa tasa de retorno marginal, pues podría estarse en presencia de recomendaciones tecnológicas poco competitivas y atractivas económicamente.

El costo inicial de la siembra de Gliricidia, se debe subsidiar (pensando en ventajas de tipo no económico) o prorratear su costo en más ciclos (quizás 7 u 8) para que la misma tenga posibilidades de competencia económica. En frijol parece más rentable el control de malezas que la aplicación de N, esto se debe profundizar en su estudio.

## VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 1. CONCLUSIONES

Del trabajo realizado se desprenden las siguientes conclusiones:

1. Se corroboró, una vez más en la zona, la importancia fundamental que juega el N en la producción de granos. Dentro de lo anterior destaca claramente el follaje de Gliricidia sepium como una fuente ágil y oportuna de este elemento, principalmente para el frijol.
2. Después de transcurridos 3 ciclos de maíz y frijol, el suelo no presentó ninguna variante química con respecto al inicio del ensayo, producto de la aplicación de los tratamientos.
3. Para la maleza el efecto es semejante en el sentido de que las diferentes variables evaluadas no fueron afectadas por los tratamientos.
4. Gliricidia sepium como abono verde, aporta importantes cantidades de N, K, Ca y Mg pero se muestra como una mala fuente de P.
5. Gliricidia sepium tuvo un 75% de arraigamiento y sobrevivencia al reproducirlo por estacas de 2 m y 4-5 cm de diámetro como promedio.
6. La producción de las estacas fue alta y ligeramente inclinada, en una primera poda (16 meses de edad) hacia la producción de ramas. Pero fue insuficiente para cubrir la dosis de  $1,5 \text{ kg/m}^2$ .
7. El diámetro de las estacas al momento de la poda se mostró como un importante indicador de la producción de las mismas, tanto

en hojas como en ramas y la suma de ambas, producción total.

8. Errático e inconsistente se encontró el análisis económico efectuado.

## 2. RECOMENDACIONES

1. Pasar a la etapa de validación tecnológica el uso de follaje de Gliricidia sepium como abono verde, principalmente como fuente de N para frijol.
2. Aplicar la cobertura de Gliricidia, en maíz, a los 20 ó 30 días después de la siembra a fin de mejorar su efecto en este cultivo.
3. Continuar con los ensayos por más ciclos y poner énfasis en el control de malezas, en los cambios físico-químicos del suelo y en el efecto sobre la producción de maíz.
4. Evaluar otros arreglos espaciales de Gliricidia sepium en asociación con maíz-frijol para mayor producción de follaje así como para minimizar la competencia.
5. Estudiar el desarrollo de las estacas de Gliricidia sepium, principalmente en lo referente a la relación del diámetro de las estacas, al momento de la siembra de ellas, con el diámetro a las diferentes podas.
6. Pruebas con otras especies leguminosas, locales, que sean más ricas en P.
7. Evaluar la sobrevivencia de las estacas luego de varios ciclos de poda.

8. Estudiar dosis de Gliricidia sepium por metro cuadrado, la velocidad de liberación y aprovechamiento del N por parte del maíz y frijol (en condiciones controladas).
9. Profundizar en una caracterización de plagas y enfermedades que afectan a Gliricidia sepium, así como en su control.
10. Estudiar mecanismos y prácticas para lograr una mayor sobrevivencia de estacas y un mayor aporte de P.
11. Explorar el uso de Gliricidia sepium como fuente de N en otros cultivos.
12. Continuar, profundizar y validar más la evaluación económica, principalmente de los tratamientos número 3, 4 y 8.
13. Estudiar, más a fondo, la posible competencia por agua entre Gliricidia sepium y los cultivos anuales.

## VII. BIBLIOGRAFIA

1. AKINOLA, A, et al. Gliricidia sepium: a possible means to sustained cropping. In Macdonald, L. H. ed. Agroforestry in the African Humid Tropics. Ibadan, Nigeria, UNU, 1982. pp. 141-143.
2. ALBERTY RODRIGUEZ, R. A. Evaluación de rendimiento y cambios físicos y químicos en suelos de ladera cultivados con maíz y frijol, con diferentes coberturas vivas dentro de una plantación forestal. Tesis. Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE, 1977. 211 p.
3. ALVARADO, A., GLOVER, N. y OBANDO, O. Reconocimiento de los suelos de Puriscal-Salitrales y Tabarcia-San Ignacio de Acosta. Turrialba, Costa Rica, CATIE, 1982. 97 p.
4. ARAYA SANCHEZ, J. F. Efecto de la aplicación de tecnología en el sistema de siembra de maíz (Zea mays) por los agricultores de Acosta, San José. In Congreso Agronómico Nacional, V. San José, Costa Rica. Colegio de Ingenieros Agrónomos, Resúmenes, 1981. 2 V.
5. \_\_\_\_\_. Tecnología de manejo, cultivos anuales: maíz y frijol. In. Platen, H, von y Lagemann, J. eds. "La producción agrícola en Acosta-Puriscal, Costa Rica". CATIE. Informe Técnico N° 13. 1981. pp. 51-52.
6. BAGGIO, A. J. Establecimiento, manejo y utilización del sistema agroforestal cercas vivas de Gliricidia sepium (Jacq) Steud; en Costa Rica. Tesis. Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE, 1982. 91 p.
7. BANADOS, L. L. y FERNANDEZ, W. L. Nodulation among the leguminosae. Philippine Agriculturist. 37 (a): 529-531. 1954.
8. BELIARD, C. A. Producción de biomasa de Gliricidia sepium (Jacq) Steud, en cercas vivas bajo tres frecuencias de poda (tres, seis y nueve meses). Tesis. Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE-UCR, 1984. 97 p.
9. \_\_\_\_\_. Tablas de rendimiento de rebrote (leña y follaje) en cercas vivas de Gliricidia sepium, en la zona de Siquirres, Costa Rica. CATIE. 1984. 7 p.
10. BONNET, J. A. y LUGO-LOPEZ, M.A. Effect of different quantities of velvetbean green manure on corn yields in Puerto Rico. Journal of Agricultural University of Puerto Rico. 37 (1): 96-101. 1953.

11. BREWBAKER, J. L., BELDT, R. vanden y MACDICKEN, K. Nitrogen-fixing trees resources: potentials and limitations. In. Graham, P. H. y Harris, S. C. eds. CIAT. Papers Presented a Workshop Held at CIAT. 1981. pp. 297-301.
12. CAREW, B. A. R. Gliricidia sepium as a sole feed for small ruminants. Tropical Grasslands 17 (4): 181-183. 1983.
13. CORNFORTH, I. S. y DAVIS, J. B. Nitrogen transformations in tropical soils. I. The mineralization for nitrogen-rich organic materials added to soil. Tropical Agriculture (Trinidad) 45 (3): 211-221. 1968.
14. CHADHOKAR, P. A. Gliricidia maculata, available source of high protein feed supplement for animal feeding. In. International Grassland Congress, XIV, Lexington, Kentucky, 1981. 483 p.
15. \_\_\_\_\_. Gliricidia maculata: a promising legume fodder plant. World Animal Review 44: 36-43. 1982.
16. \_\_\_\_\_. The effect of Gliricidia supplemented dry season foliage on milk yield and composition of SRY (Netherlands) cows in Sri Lanka. Tropical Grassland 17: 39-41. 1983.
17. \_\_\_\_\_. y SIVASUPIRA MANIAM, S. Gliricidia (Gliricidia maculata H. B. y K.) leaves as a protein supplement to paddy and straw in growing cross bred heifers. Indian Journal of Animal Sciences 53 (2): 120-125. 1983.
18. DE, R. YOGESWARA, R. Y. y ALI, W. Grain and fodder legumes as preceding crops affecting yield and N- economy of rice. Journal of Agriculture Science of Cambridge 101: 463-466. 1983.
19. DELIZO, R. F. y FIERRO JUNIOR, V. The vegetative propagation of madre cacao, Gliricidia sepium (Jacq) Steud by cuttings using alpha naphthalene acetic acid (ANNA). Araneta Research Journal 21 (1-2): 20-23. 1974.
20. DEVENDRA, C. y GOHL, B. I. The chemical composition of caribbean feeding stuffs. Tropical Agriculture (Trinidad) 47 (4): 335-342. 1970.
21. DIAZ-ROMEY, R. Evaluación preliminar de la fertilidad de los suelos. In Platen, H. von y Lagemann, J. eds. "La producción agrícola en Acosta-Puriscal, Costa Rica" CATIE, Informe Técnico N° 13. 1981. pp. 11-16.

22. \_\_\_\_\_ y HUNTER, A. Metodologías de muestreo de suelos, análisis químico de suelos y tejido vegetal y de investigaciones en invernadero. Turrialba, CATIE, 1978. 62 p.
23. FALVEY, L. J. Gliricidia maculata, a review. The International Tree Crops Journal 2: 1-14. 1982.
24. FERNANDEZ VASQUEZ, S. Comportamiento inicial de Gmelina arborea Roxb. asociado con maíz (Zea mays L.) y frijol (Phaseolus vulgaris L.) en dos espaciamientos Turrialba, Costa Rica. Tesis. Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE-UCR, 1978. 125 p.
25. GILL, L. S. y HUSAINI, S. W. H. Cytology of some arborescent leguminosae of Nigeria. Silvae Genetica 31 (4): 117-122. 1982.
26. GREB, V. W., SMIKA, D. R. y BLACK, A. L. Water conservation with stubble mulch fallow. Journal of Soil and Water Conservation 25:58-62. 1970.
27. HERNANDEZ, C. C. Green manuring in soil management. Coffee and Cacao Journal (Philippines) 6 (4): 86-87, 89. 1963.
28. \_\_\_\_\_, POSADAS, S. S. y COLOMA, B. B. Progress report on green manuring studies. Journal of the Soil Science Society of the Philippines 10 (2,3): 61-65. 1958.
29. \_\_\_\_\_ y COLOMA, B. B. The value of legumes as green manure. part 3. Journal of the Soil Science Society of the Philippines 9 (3): 104-106. 1957.
30. HOLDRIDGE, L. R. Life zone ecology. Tropical Science Center. San José, Costa Rica. 1957. 216 p.
31. HOLLAND, T. H. The green manuring of tea, coffee and cacao. Tropical Agriculturist (Ceylan) 77 (2): 71-99; 77 (3): 139-166; 77 (4): 197-218. 1931.
32. INSTITUTO METEOROLOGICO NACIONAL. Datos pluviométricos de Puriscal 1940-85. San José, Costa Rica. 1985. s.p.
33. INTERNATIONAL INSTITUTE OF TROPICAL AGRICULTURE. Annual Report: 1975. Ibadan, Nigeria. IITA, 1975. 219 p.
34. \_\_\_\_\_. Annual Report: 1976. Ibadan, Nigeria. IITA, 1976. 126 p.

35. \_\_\_\_\_ . Annual Report: 1979. Ibadan, Nigeria. IITA,  
1979. 152 p.
36. \_\_\_\_\_ . Annual Report: 1980. Ibadan, Nigeria. I.I.T.A.,  
1980. 185 p.
37. \_\_\_\_\_ . Annual Report: 1981. Ibadan, Nigeria. I.I.T.A.,  
1981. 178 p.
38. \_\_\_\_\_ . Annual Report: 1982. Ibadan, Nigeria. I.I.T.A.,  
1982. 217 p.
39. \_\_\_\_\_ . Annual Report: 1983. Ibadan, Nigeria. I.I.T.A.,  
1983. 218 p.
40. JEEVARATNAM, A. J. Comparative studies of the chemical composition of some cover plants. In Conference of the Natural Rubber Research. Proceedings. Kuala Lumpur, 1960. 986 p.
41. JOACHIM, A. W. R. Losses of nitrogen from green manures and tea prunings through drying under field conditions. Tropical Agriculturist (Ceylan) 71 (6): 348-351. 1928.
42. \_\_\_\_\_ . Manurial Values of Dadaps and Gliricidia leaves, stems and branches. Tropical Agriculturist. (Ceylan) 71 (1): 7-8. 1928.
43. \_\_\_\_\_ . y KANDIAH, S. The change in composition and decomposability of tropical Ceylan green manures with age. Tropical Agriculturist (Ceylan) 82 (1): 3-19. 1934.
44. JUO, A. S. R. y LAL, R. The effect of fallow and continuous cultivation on the chemical and physical properties of an alfisol in Western Nigeria. Plant and Soil 47 (3): 567-584. 1977.
45. KANDIAH, A. Influence of soil properties and crop cover on the erodibility of soils. In Lal, R. y Greenland, D. J. eds. Soil physical properties and crop production in the tropics. Chichester, Inglaterra, J. Wiley & Sons, 1979. pp. 475-487
46. KANG, B. T. Gliricidia prunings as a nitrogen source. In International Institute of Tropical Agriculture. Annual Report: 1982. Ibadan, Nigeria, I.I.T.A., 1982. pp. 157.
47. \_\_\_\_\_ . Gliricidia tops as N-source and effect of placement. In International Institute of Tropical Agriculture. Annual Report: 1981. Ibadan, Nigeria. I.I.T.A., 1981. pp. 33.

48. \_\_\_\_\_., WILSON, G. F. y SIPKENS, L. Alley cropping maize (Zea mays L.) and leucaena (Leucaena leucocephala Lam) in Southern Nigeria. Plant and Soil 63: 165-179. 1981.
49. KASS, D. C. L. y BARRANTES, A. Leguminous trees as nitrogen source for annual crops. Turrialba, Costa Rica, CATIE, 1985. 31 p.
50. \_\_\_\_\_. Alley cropping of annual food crops with woody legumes in Costa Rica. In Seminar on Advances in Agroforestry. Turrialba, Costa Rica, GTZ-CATIE, 1985. pp. 1-19.
51. KIDD, J. J. y TAOGAGA, T. Survival and herbage yield of six nitrogen-fixing trees intercropped with taro in Western Samoa. In Brewbaker, J. L. y Bedt, R. J. van den eds. Nitrogen fixing trees research reports. Bangkok, Thailandia, N. F. T. A., 1984. pp. 22-23.
52. KUMARAPERUMAL, N. et al. Response of sugar cane to green manuring. Indian Sugar 25 (8): 681-684. 1975.
53. LAL, R. Role of mulching techniques in tropical soil and water management. Ibadan, Nigeria, I.I.T.A., 1975. 38 p. (Bulletin N°1).
54. \_\_\_\_\_. Soil temperature, soil moisture and maize yield from mulched and unmulched soils. Plant and Soil 40: 129-143. 1973.
55. LITSINGER, J. A., PRICE, E. C. y HERRERA, R. T. Filipino farmer use of plant parts to control rice insect pests. International Rice Research Newsletter 3 (5): 15-16. 1978.
56. LOZANO JIMENEZ, O. R. Postes vivos para cercos. Tesis. Mag Sc. Turrialba, Costa Rica, IICA, 1962. 83 p.
57. LUGO-LOPEZ, M. A., et al. Soil organic matter levels and crop yields in Puerto Rico. Soil Science Society of America Proceedings. 18: 489-493. 1954.
58. MACKDICKEN, K. G. y BREWBAKER, J. L. Descriptive summaries of economically important nitrogen fixing trees. In Brewbaker, J. L. y Bedt, R. J. van den eds. Nitrogen fixing trees research reports. Bangkok, Thailandia, N.F.T.A., 1984. pp. 46-54.

59. McCALLA, T. M. y ARMY, T. J. Stubble mulch farming. *Advances in Agronomy*. 13: 125-196. 1961.
60. MELLE, G. van. Estudio sobre la capacidad de uso de la tierra en dos áreas de las subregiones Puriscal y Carraigres, Costa Rica. Turrialba, CATIE, 1984. 30 p. (Serie Técnica. Informe técnico CATIE N° 40).
61. MOORE, A. W. Changes in soil moisture and organic matter under different covers at Ibadan, Nigeria. *Plan and Soil* 27 (3): 463-467. 1967.
62. MORA HERNANDEZ, E. Introducción al estudio de la variabilidad fenotípica de madero negro. *Gliricidia sepium* (Jacq) Steud. Turrialba, Costa Rica, CATIE, 1983. 64 p.
63. NAGARAJAH, S. y AMARASIRI, S. L. Use of organic materials as fertilizers for lowland rice in Sri Lanka. In International Atomic Energy Agency. Proceedings of a symposium of soil organic matter studies. Braunschweig, Alemania, F.A.O.-AGROCHIMICA, 1976. pp. 97-104.
64. NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES. Shrub and tree species for energy production. Washington, D. C., 1980. 227 p.
65. OAKES, A. J. y SKOVR, O. Some woody legumes as forage crops for the dry tropics. *Tropical Agriculture (Trinidad)* 39 (4): 281-287. 1962.
66. OKIGBO, B. N. Legumes in farming systems of the humid tropics. In Ayanaba, A. y Dart, P. eds Biologic Nitrogen fixation in farming systems of the tropics. Chichester, Inglaterra, J. Wiley and Sons, 1977. pp. 61-72.
67. PERRIN, R. K., et al. Formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos: un manual metodológico de evaluación económica. México, D. F., CIMMYT. 1976. 54 p. (Folleto de Información N°27).
68. PICADO, W. y SALAZAR, R. Producción de biomasa y leña en cercas vivas de *Gliricidia sepium* (Jacq) Steud de dos años de edad en Costa Rica. Silvo energía N° 1. noviembre, 1984. s.p.
69. PIETERS, A. J. Green manuring, principles and practice. New York, J. Wiley and Sons, 1927. 356 p.
70. PLATEN, H. von y LAGEMANN, J., eds. La producción agrícola en Acosta-Puriscal, Costa Rica, aspectos físico-biológicos y condiciones socio-económicas. Estudio preliminar. Turrialba, Costa Rica, CATIE, 1981. 79 p. (Serie Técnica. Informe Técnico. CATIE. N° 13).

71. QUINLAND, M. M. Mulches from two tropical tree species Erythina poeppigiana (Walpers) O. F. Cook and Gmelina arborea Rox. as nitrogen sources in the production of maize (Zea mays L.) Tesis Mag Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE-UCR, 1984. 74 p.
72. REDDI, S. N., et al. Note on the effect of green leaf manuring with and without fertilizers on the growth and yield of IR-20 rice. Indian Journal of Agricultural Research 6 (1): 67-69. 1972.
73. ROSKOSKI, J. P., et al. Nitrogen fixation by tropical woody legumes: potential source of soil enrichment. In Graham, P.H. y Harris, S. C. eds. Biological Nitrogen fixation technology for tropical agriculture. Cali, Colombia, CIAT, 1981. pp.447-454.
74. SALAZAR, R. Producción de leña en árboles de Gliricidia sepium usados como sombra en cafetales en Costa Rica. Silvo energía N° 2, diciembre, 1984. s.p.
75. SENTHESHANMUGANATHAN, S. y DURAND, S. Insolation and composition of proteins from leaves of plants grown in Ceylan. Journal of the Science of Food and Agriculture 20: 603-608. 1969.
76. SHARMA, K. N., SINGH, B. y RANA, D. S. Fertility status of a Tolewal Loamy sand after six years of its use under nine multiple cropping systems. Journal of the Indian Society of Soil Science 28 (2): 173-177. 1980.
77. SINGH, M. P. y SINHA, K. S. Studies in green manuring of wheat in Bikar III. Optimun dose of green matter. Indian Journal of Agronomy 9: 138-143. 1964.
78. SOLANO, R. A. Efecto de diferentes alturas de corte sobre la producción de forraje y leña de madre cacao (Gliricidia sepium). In Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Proyecto Sistemas de producción para fincas pequeñas: informe anual 1/4/82-31/3/83. Turrialba, Costa Rica, 1983. pp. 46-51.
79. \_\_\_\_\_ . El madre cacao (Gliricidia sepium) para la producción de forraje y leña en Nueva Concepción. In Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Proyecto Sistemas de producción para fincas pequeñas: informe anual 1/4/82-31/3/83. Turrialba, Costa Rica, 1983. pp. 41-46.
80. VARADARAJAN, S. y SANYASI RAJU, M. Studies on green leaf manures. Madras Agricultural Journal 43: 59-68. 1958.

81. VASTEY, J. DE. Estudios sobre propagación de especies forestales por estacas. Tesis Mag Sc. Turrialba, Costa Rica, I.I.C.A., 1962. 67 p.
82. VENTAKA RAO, A.S. The advantages with Glyricidia. Indian Farming 8: 38. 1959.
83. VLEESCHAUWER, D. DE, LAL, R. y MALAFA, R. Effects of amounts of surface mulch on physical and chemical properties of an alfisol from Nigeria. Journal of the Science of food and Agriculture 31 (7): 730-738. 1980.
84. WASOWICZ, T. The effects of mulching on the status of major nutrients and the growth of cacao seedlings. Tropical Agriculture 20: 163-169. 1952.
85. WATSON, G. A., et al. Effects of cover plants on soil nutrient status and on growth of Hevea. III. A comparison of leguminous creepers with grasses and Mikania cordata. Journal of the Rubber Research Institute of Malaya 18 (2): 80-95. 1964.
86. WEERARATNA, C. S. Pattern of nitrogen release during decomposition of some green manures in a tropical alluvial soil. Plant and Soil 53 (3): 287-294. 1979.
87. WHYTE, R. O., NILSSON-LEISSNER, G. y TRUMBLE, H. C. Legumes in Agriculture. In Food and Agriculture Organization of the United Nations. Agricultural Studies No 21. Roma, 1953. pp. 274-275.
88. WIJEWARDENE, R. y WAIDYANATHA, P. Conservation farming: for small farmers in the tropics. Sri Lanka, Department of Agriculture and Commonwealth Consultative Group on Agriculture for the Asia Pacific Region, 1984. 39 p.
89. WILSON, G. F. Evaluation of a non leguminous shrub species in alley cropping. In International Institute of Tropical Agriculture. Annual Report: 1981. Ibadan, Nigeria, I.T.T.A., 1981. pp. 30-31.
90. \_\_\_\_\_ y OKOLI, P. S. Crop yield after two planted fallows. In International Institute of Tropical Agriculture. Annual Report: 1982, Ibadan Nigeria, I.T.T.A., 1982. 161. p
91. \_\_\_\_\_ y REED, M. Maize in association with Gliricidia sepium, Leucaena leucocephala, Tephrosia candida and

Cajanus cajan. In International Institute of Tropical Agriculture. Annual Report: 1981. Idaban, Nigeria, I.T.T.A., 1981. pp. 27-30.

92. ZAFFARONI, E., et al. Implicaciones del laboreo cero sobre algunas características químicas y físicas del suelo. In Reunión anual del Programa Centroamericano Cooperativo para el Mejoramiento de Cultivos Anuales, 25 a, Tegucigalpa, Honduras, 1979. Memoria: PCCMCA. V. 2: p M 28/1-20.
93. ZINGG, A. W. y WHITFIELD, C. J. A summary of research experience with stubble mulch farming in Western States. In U.S. Department of Agriculture. Technical Bulletin N° 1166. Washington, D. C., Department of Agriculture, 1958. pp 5-6.

\*  
\* \*  
\*

A N E X O S

Cuadro 1A. Producción de *Gliricidia sepium* en la primera poda en Jilgueral, en ensayos maíz-frijol/*Gliricidia*, Puriscal, San José, Costa Rica, 1986. (1)

Nº PARCELA	Nº SURCO	Nº ESTACA	PESO DE BIOMASA		
			HOJAS	RAMAS <sup>2/</sup>	TOTAL
1	1	1	4.500	6.000	10.500
		2	1.425	1.225	2.650
		3	2.575	2.150	4.725
		4	0250	0400	650
		5	1.775	2.675	4.450
		6	4.275	6.275	10.550
		7	1.150	1.675	2.825
		8	2.950	5.050	8.000
		9	1.225	1.700	2.925
		10	Sin podar		
		11	Sin podar		
		12	1.050	0750	1.800
		13	Sin podar		
		14	3.975	3.650	7.625
		15	0100	0050	150
	2	1	2.900	3.225	6.125
		2	0800	0250	1.050
		3	2.400	2.475	4.875
		4	1.100	0950	2.050
		5	2.775	3.650	6.425
		6	0525	0250	775
		7	T (3)	T	T
		8	Sin podar		
		9	0850	0350	1.200
		10	T	T	T
		11	1.950	2.425	4.375
		12	Sin podar		
		13	0950	0825	1.775
		14	Sin podar		
		15	1.250	1.525	2.775
<u>Total repetición I</u>			40.750	47.525	88.275
<u>Desviación estandar</u>			1.279	1.840	3.077
13	1	1	T	T	T
		2	1.050	1.050	2.100

..../..

Nº PARCELA	Nº SURCO	Nº ESTACA	PESO		BIOMASA
			HOJAS	DE RAMAS	TOTAL
		3	Sin podar		
		4	2.450	2.825	5.275
		5	0600	750	1.350
		6	3.825	6.350	10.175
		7	4.625	6.675	11.300
		8	0600	1.050	1.650
		9	2.175	3.300	5.475
		10	1.875	3.025	4.900
		11	Sin podar		
		12	1.225	1.050	2.275
		13	0350	0350	700
		14	1.325	1.850	3.175
		15	1.050	1.050	2.100
	2	1	1.150	0750	1.900
		2	T	T	T
		3	1.175	1.025	2.200
		4	1.525	2.800	4.325
		5	0475	0400	875
		6	2.125	2.650	4.775
		7	0200	0100	300
		8	T	T	T
		9	2.700	3.925	6.625
		10	0925	1.800	2.725
		11	T	T	T
		12	0215	0225	440
		13	1.900	2.625	4.525
		14	2.300	3.200	5.500
		15	2.075	2.775	4.850
<u>Total Repetición II</u>			37.915	51.600	89.515
<u>Desviación estandard</u>			1.101	1.753	2.835
16	1	1	3.575	4.750	8.325
		2	T	T	T
		3	T	T	T
		4	0225	0150	375
		5	Sin podar		
		6	3.075	4.725	7.800
		7	Sin podar		
		8	T	T	T
		9	Sin podar		
		10	Sin podar		
		11	Sin podar		

..../..

Nº PARCELA	Nº SURCO	Nº ESTACA	PESO DE		BIOMASA TOTAL
			HOJAS	RAMAS	
		12	0475	0575	1.050
		13	0325	0275	600
		14	T	T	T
		15	0400	0225	625
	2	1	1.075	1.250	2.325
		2	0125	0525	650
		3	0500	0325	825
		4	1.575	1.750	3.325
		5	0350	0425	775
		6	0925	1.175	2.100
		7	0225	0650	875
		8	Sin podar		
		9	1.300	1.700	3.000
		10	0325	0375	700
		11	Sin podar		
		12	0425	0475	900
		13	0650	2.000	2.650
		14	Sin podar		
		15	0225	0175	400
<u>Total repetición III</u>			15.775	21.525	37.300
<u>Desviación estandar</u>			980	1.412	2.372
31	1	1	0225	0175	400
		2	1.055	1.950	3.005
		3	2.025	3.750	5.775
		4	0675	0950	1.625
		5	1.375	2.300	3.675
		6	1.725	3.175	4.900
		7	Sin podar		
		8	1.600	3.550	5.150
		9	2.525	4.875	7.400
		10	2.300	5.425	7.725
		11	0100	0150	250
		12	2.125	5.075	7.200
		13	Sin podar		
		14	1.475	1.600	3.075
		15	0400	0125	525
	2	1	1.100	0800	1.900
		2	T	T	T
		3	0350	0400	750
		4	T	T	T
		5	1.525	2.500	4.025
					../..

Nº PARCELA	Nº SURCO	Nº ESTACA	PESO	DE	BIOMASA
			HOJAS	RAMAS	TOTAL
		6	3.775	9.100	12.875
		7	1.025	2.475	3.500
		8	Sin podar		
		9	1.300	1.900	3.200
		10	0225	0150	375
		11	0650	2.500	3.150
		12	Sin podar		
		13	0725	0950	1.675
		14	0025	0025	50
		15	1.900	2.725	4.625
<u>Total Repetición IV</u>			30.205	56.625	86.830
<u>Desviación estandard</u>			907	2.176	3.051
<u>GRAN TOTAL</u>			124.645	177.275	301.920
<u>PROMEDIO POR ESTACA</u>			1.416,4	2.014,5	3.430,9

- (1) Fecha de poda: 29-10-84. - En gramos, peso fresco.
- (2) Todas las producidas y sin hojas y con diámetro menor a 2,5 cm.
- (3) Significa estaca muerta.