

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

CARACTERIZACION DE LA COMPOSICION QUIMICA DE
PROCEDENCIAS Y FAMILIAS DE Gliricidia sepium (Jacq.)Walp DE
MEXICO, AMERICA CENTRAL Y PANAMA.

Tesis sometida a la consideración del Comité Técnico Académico del Programa de Estudios de Posgrado en Ciencias Agrícolas y Recursos Naturales del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, para optar al grado de:

MAGISTER SCIENTIAE

POR

Marcia Mendieta López

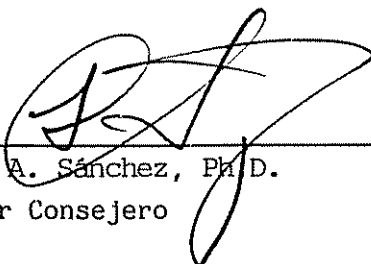
TURRIALBA, COSTA RICA

1989

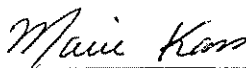
Esta tesis ha sido aceptada, en su presente forma, por la Coordinación del Programa de Estudios de Posgrado en Ciencias Agrícolas y Recursos Naturales Renovables del CATIE, y aprobada por el Comité Asesor del estudiante como requisito parcial para optar el grado de:

MAGISTER SCIENTIAE

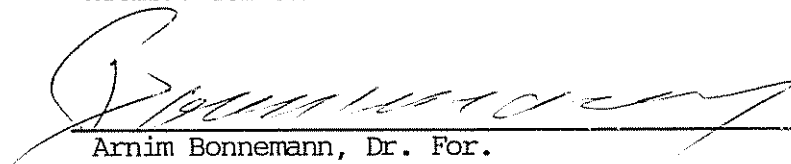
COMITE ASESOR:



Germán A. Sánchez, Ph.D.
Profesor Consejero



María L. Kass, Ph.D.
Miembro del Comité

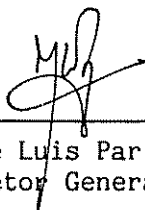


Arnim Bonnemann, Dr. For.
Miembro del Comité



Edgar Viquez, M.Sc.
Miembro del Comité

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



Dr. José Luis Parisi
Subdirector General Adjunto de Enseñanza



Marcia Mendieta López
Candidato

DEDICATORIA

No existe prioridad en el orden de aparición de quiénes aquí nombro, porque todos ocupan un lugar especial en mí.

A quienes me trajeron a este globito que llamamos tierra, mis incondicionales PADRES-AMIGOS: José Francisco y María de Jesús, por su amor, sacrificio, ejemplo, confianza y abnegación.

A Rosario, José Francisco, Ernesto y Lesbia por su fraternidad y apoyo.

A Rodrigo, Verónica Marcela, Clelia, Sofana y José Francisco, por ser parte de mí.

A Marcos, mi compañero, por su amor.

A Memo, Clelia, "Buho", Marcio y "Chiri", mis amigos de quienes no pude despedirme. A ustedes hermanos que no dijeron que morirían por la patria, sino que murieron.

A mi heroica gente, al pueblo de NICARAGUA, quien al fin logró conocer el sabor de la victoria y la libertad. Principalmente a los héroes y mártires, gestores y constructores de esa bella Revolución que vive en nosotros.

AGRADECIMIENTO

- A Germán Sánchez por su acertada guía y amistad.
- A María Kass, Héctor Martínez, Arnim Bonnemann y Edgar Víquez, por su colaboración.
- A GTZ/Alemania por la beca que me permitió realizar los estudios de maestría en el CATIE y al CIID/Canadá por el apoyo financiero para la realización del trabajo de tesis.
- A Eugenia Hidalgo y Daniel Wilson por el calor de familia que me brindaron durante estos dos años.
- A mis compañeros de estudio Marywbska Calderón, Karla Monterroso, José Miguel Méndez, Julio Morrobel, Adolfo Lantigua y José Tavares, por su ayuda y amistad.
- A Carlos Céspedes, Joselin Rosario y a sus bellas hijas Carolin, Josamy y Lucila por su cariño.
- A todo los compañeros del proyecto Arboles Fijadores de Nitrógeno, en especial a Jaime Sánchez y Mario Jiménez por su valiosa ayuda.

BIOGRAFIA

La autora nació el 17 de Octubre de 1960 en Jinotepe, Carazo, Nicaragua.

En 1977 obtuvo el título de Bachiller en Ciencias y Letras en el Instituto "La Inmaculada" de Diriamba, Carazo, Nicaragua.

En 1983 recibió el grado de Licenciada en Biología en la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua (UNAN), núcleo León.

En 1983 comenzó a trabajar con el Ministerio de Desarrollo Agropecuario como Responsable del Laboratorio de Entomología del Centro Experimental de Estelí, Región I. Posteriormente ocupó el cargo de Documentalista Agropecuario en el Centro Nacional de Información y Documentación Agropecuaria (CENIDA). Desde 1986 ocupó el cargo de Jefe del Departamento de Posgrado y Editora de la Revista Científica del Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias (ISCA), Managua.

En Septiembre de 1987 ingresó al programa de posgrado del CATIE, recibiendo en Septiembre de 1989, el grado de Magister Scientiae con énfasis en Agroforestería.

INDICE GENERAL

DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
BIOGRAFIA	v
INDICE GENERAL	vi
LISTA DE CUADROS	ix
LISTA DE FIGURAS	x
LISTA DEL APENDICE	xi
RESUMEN	xii
SUMMARY	xiv
1. INTRODUCCION	1
2. REVISION DE LITERATURA	3
2.1 Taxonomía	3
2.2 Características generales de la especie	3
2.3 Origen y distribución	4
2.4 Ecología	5
2.5 Fenología	6
2.6 Plagas y enfermedades	7
2.7 Evaluación de procedencias	9
2.8 Usos	
2.8.1 Sistemas agroforestales	12
2.8.1.1 Cultivo en callejones	12
2.8.1.2 Sombra	13
2.8.1.3 Cercas y barreras vivas	13
2.8.1.4 Sistemas silvopastoriles	14
2.8.2 Madera	14
2.8.3 Control de plagas	15
2.8.4 Otros usos	16
2.8.5 Forraje	16
2.8.6 Efectos tóxicos resultantes del consumo de <u>Gliricidia sepium</u>	22
3. MATERIALES Y METODOS	24
3.1 Descripción del sitio experimental	
3.1.1 Localización y características climáticas	24
3.2 Descripción del material experimental	24

3.3	Diseño experimental	28
3.4	Establecimiento del ensayo	28
3.5	Muestreo	29
3.6	Análisis de laboratorio	30
3.7	Análisis estadístico	31
4.	RESULTADOS Y DISCUSION	34
4.1	Composición química de procedencias	34
4.1.1	Elementos mayores	34
4.1.1.1	Nitrógeno	34
4.1.1.2	Fósforo	34
4.1.1.3	Potasio	34
4.1.1.4	Calcio	35
4.1.1.5	Magnesio	35
4.1.2	Elementos menores	
4.1.2.1	Cobre	35
4.1.2.2	Zinc	35
4.1.2.3	Managaneso	35
4.1.3	Digestibilidad <u>in vitro</u>	36
4.2	Composición química por familias dentro de procedencias	36
4.2.1	Elementos mayores	
4.2.1.1	Nitrógeno	41
4.2.1.2	Fósforo	41
4.2.1.3	Potasio	41
4.2.1.4	Calcio	41
4.2.1.5	Magnesio	42
4.2.2	Elementos menores	
4.2.2.1	Cobre	42
4.2.2.2	Zinc	42
4.2.2.3	Manganeso	42
4.2.3	Variables de calidad nutritiva	
4.2.3.1	Porcentaje de proteína cruda	42
4.2.3.2	Digestibilidad <u>in vitro</u> de la materia seca	43
4.3	Producción de fitomasa y variables dasométricas	
4.3.1	Biomasa	43
4.3.2	Número máximo de folíoloso/planta (NMAXF)	43
4.3.3	Número de rebrotes/planta (RB)	43
4.3.4	Diámetro basal/planta a cinco centímetros del suelo (DB5)	44

4.4	Análisis de agrupamiento (Cluster)	
4.4.1	Establecimiento de la estructura natural de las familias de <u>Gliricidia sepium</u> mediante el análisis de agrupamientos	44
5.	CONCLUSIONES	56
6.	RECOMENDACIONES	58
7.	BIBLIOGRAFIA	59
8.	APENDICE	66

LISTA DE CUADROS

Cuadro No.	Título	Página
1	Composición química de procedencias de <u>Gliricidia sepium</u> de México, América Central y Panamá	18
2	Localización y distribución de las procedencias de <u>Gliricidia sepium</u> bajo estudio	26
3	Métodos utilizados para la determinación de contenidos de nutrimentos, digestibilidad <u>in vitro</u> , en el suelo y tejido vegetal	32
4	Correlaciones entre las variables bajo estudio	33
5	Composición química de muestras foliares de procedencias de <u>Gliricidia sepium</u> de México, América Central y Panamá	37
6	Valores máximos, medios y mínimos de cada elemento. Análisis en muestras compuestas por familia	45
7	Producción de biomasa de <u>Gliricidia sepium</u> . Valores promedios por familias dentro de procedencia	45
8	Distribución de las procedencias en los diferentes grupos. Análisis de agrupamiento, estructura natural	49
9	Valores de F para las variables consideradas en el análisis de agrupación	52
10	Análisis de suelo del sitio experimental, Estación Experimental "Los Diamantes", Guápiles. Bloque I, II y III. Profundidad 0-20cm y 20-40cm. Valores promedios por bloque	55

LISTA DE FIGURAS

Figura No.	Título	Página
1	Distribución natural de <u>Gliricidia sepium</u> (Jacq.) Walp y sitios de colección del material experimental	27
2	Procedencias de <u>G. sepium</u> que mostraron los valores máximos, medios y mínimos de nitrógeno, fósforo, potasio y calcio	38
3	Procedencias de <u>G. sepium</u> que mostraron los valores máximos, medios y mínimos de magnesio, cobre, zinc y manganeso	39
4	Procedencias de <u>G. sepium</u> que mostraron los valores máximos, medios y mínimos de proteína cruda y digestibilidad <u>in vitro</u> de la materia seca	40
5	Familias de <u>G. sepium</u> que obtuvieron los valores máximos, medios y mínimos de nitrógeno, fósforo, potasio y calcio	46
6	Familias de <u>G. sepium</u> que obtuvieron los valores máximos, medios y mínimos de magnesio, cobre, zinc y manganeso	47
7	Familias de <u>G. sepium</u> que obtuvieron los valores máximos, medios y mínimos de proteína cruda y digestibilidad <u>in vitro</u> de la materia seca	48
8	Dendograma de las familias de <u>G. sepium</u> procedentes de México, América Central y Panamá. Análisis de agrupamiento de la estructura natural	51
9	Análisis de agrupación natural de familias de <u>G. sepium</u>	54

LISTA DE APENDICE

Cuadro No.	Título	Página
1A	Nombres comunes de <u>Gliricidia sepium</u>	66
2A	Composición química de muestras foliares de familias dentro de procedencias de <u>Gliricidia sepium</u> de Costa Rica	67
3A	Composición química de muestras foliares de familias dentro de procedencias de <u>Gliricidia sepium</u> de Panamá	68
4A	Composición química de muestras foliares de familias dentro de procedencias de <u>Gliricidia sepium</u> de Nicaragua	69
5A	Composición química de muestras foliares de familias dentro de procedencias de <u>Gliricidia sepium</u> de Guatemala	70
6A	Composición química de muestras foliares de familias dentro de procedencias de <u>Gliricidia sepium</u> de Honduras	71
7A	Composición química de muestras foliares de familias dentro de procedencias de <u>Gliricidia sepium</u> de México	72
8A	Análisis de suelo del sitio experimental, <u>Estación Experimental "Los Diamantes"</u> , Guápiles. Bloque I, II y III. Profundidad 0-20cm	74
9A	Análisis de suelo del sitio experimental <u>Estación Experimental "Los Diamantes"</u> , Guápiles. Bloque I, II y III. Profundidad 20-40 cm	75

RESUMEN

Mendieta L., M. 1989. Caracterización de la composición química de procedencias y familias de Gliricidia sepium (Jacq.)Walp de México, América Central y Panamá. Tesis Mag. Sc., Turrialba, C.R. Programa de posgrado en Ciencias Agrícolas y Recursos Naturales, CATIE.

Palabras claves: Gliricidia sepium, ensayo de procedencias, familias, México, América Central, Panamá, composición química, digestibilidad in vitro, proteína cruda, análisis de agrupamiento.

Gliricidia sepium (Jacq.) Walp, es una especie de la familia Leguminosae y subfamilia Papilionoideae. Es originaria del sur de México (25°30' latitud norte) y América Central hasta Panamá (7°30' latitud norte), y ha sido introducida en América del Sur, Asia, Africa y Las Antillas.

Es de crecimiento rápido, fácil rebrote, fácil propagación y prendimiento en estacones. Se utiliza en sistemas agroforestales como cultivo en callejones, sombra para cacao, café y té, abono verde, cercas y barreras vivas, leña y suplemento alimenticio para animales domésticos.

El presente trabajo de tesis tuvo como objetivos: determinar la variabilidad en contenidos de N, P, K, Ca, Mg, Cu, Zn, Mn y digestibilidad in vitro en la biomasa comestible de G. sepium entre las procedencias y familias en estudio; y seleccionar procedencias y familias de comportamiento superior en las condiciones de trópico húmedo, para disponer de material caracterizado que pueda ser sometido a ensayos clonales y posteriormente a estudios de alimentación animal en ambientes ecológicos específicos.

El material evaluado fue recolectado en los sitios de distribución natural por el Instituto Forestal de Oxford y por el Proyecto Arboles Fijadores de Nitrógeno (AFN-CATIE). Se trabajó con 12 procedencias, 173 familias distribuidas entre ellas, y un total de 6.048 individuos. El ensayo se estableció en la Estación Experimental "Los Diamantes" del Ministerio de Agricultura y Ganadería de Costa Rica en Guápiles.

Para el procesamiento de la información se utilizó el análisis de agrupamiento (Cluster Analysis).

Se encontró que las procedencias y familias estudiadas muestran composición química y porcentajes de digestibilidad similares, y que los agrupamientos obtenidos son lo suficientemente diferentes como para asumir que el material puede tener utilidad en diferentes sistemas agroforestales.

La procedencia de La Garita, Alajuela (C.R.), obtuvo los valores más altos de biomasa (407.17Kg/ha); la de la Finca San Isidro, Guanacaste (C.R.), mostró los valores más altos de nitrógeno (40,7g/kg), proteína cruda (27%) y digestibilidad in vitro (66%). A la procedencia de Playa Azul, Michoacan (Méx.) correspondieron los valores de fósforo, calcio y cobre más altos (28, 19,3g/kg y 12mg/g, respectivamente). La procedencia de Playa Tamarindo, Guanacaste (C.R.), mostró los valores más altos de potasio (28,1g/kg). Los valores más altos de magnesio(7g/kg) y manganeso (74mg/g) se obtuvieron en la procedencia de Monterrico, Santa Rosa (Guat.). A la procedencia de Pedasí, Los Santos (Panamá), correspondieron los valores más altos de zinc (68mg/g).

Se generaron las siguientes hipótesis: la identificación de material superior puede ser realizada utilizando información sobre producción de biomasa y contenido de nitrógeno. Las familias de mayor producción de biomasa y alto contenido de nitrógeno deben ser llevadas a ensayos posteriores con el fin de identificar árboles superiores para uso en sistemas agroforestales.

Deben hacerse estudios de variables morfofisiológicas como coloración y forma de las hojas, calidad de los tejidos, ángulo de las ramas, composición bioquímica (lignina, taninos, etc) en las procedencias de G. sepium. Es recomendable hacer estudios de composición química a nivel de individuos. La identificación de material superior debe hacerse en base a la producción de biomasa y contenido de nitrógeno.

SUMMARY

Mendieta L., M. 1989. Characterization of the chemical composition of provenances and families of Gliricidia sepium (Jacq.)Walp from Mexico, Central America and Panama. M.Sc. Thesis, Turrialba, C.R. CATIE.

Key words: Gliricidia sepium, provenance trial, Mexico, Central America, Panamá, chemical composition, in vitro digestibility, crude protein, cluster analysis.

G. sepium (Jacq.)Walp is a species of Legume family and Papilionoideae subfamily. It occurs naturally from the south of Mexico (25° 30'N) to Panama (7°30'N) and has been introduced to South America, Asia, Africa and the Antilles.

The species grows rapidly, resprouts readily, can be relatively easily propagated, and can be reproduced from large stakes. It is used in agroforestry systems in alley cropping, as a shade tree for cocoa, coffee, and tea, as a green manure, for livefences and windbreaks, and as a feeding supplement for domestic animals.

The present thesis had as its objectives: to determine the range of variability in the contents of N, P, K, Ca, Mg, Cu, Zn, Mn, and in in vitro digestibility and edible biomass among different families and provenances of G. sepium; to select provenances and families of G. sepium for better performance in humid tropical conditions; and to have available material characterized for these purposes which could be used in subsequent ecological zones.

The material evaluated was collected from sites within the natural range of the species by the Oxford Forestry Institute and by the CATIE Nitrogen Fixing Tree Project. The study involved 12 provenances, 173 families from these provenances, and 6048 individuals. The field phase was established in the Diamantes Experiment Station of The Costa Rican Ministry of Agriculture in Guapiles. Cluster Analysis was used to process the information obtained.

It was shown that the provenances and families of G. sepium studied showed similar chemical composition and percentages of in vitro digestibility. The groupings obtained in the cluster analysis were sufficiently different to assume that the studied material could be of use in different agroforestry systems.

The provenance from La Garita, Alajuela (C.R.), had the highest production of biomass (407.17 kg/ha). That from the San Isidro Farm, Guanacaste province (C.R.), had the highest values of total N (40.7g/kg), crude protein (27.9%) and in vitro digestibility (66%). The provenance of Playa Azul,

Michoacan (Méx.) had the highest levels of phosphorus, calcium, and copper (28, 19.3 g/kg, and 12 mg/g, respectively). The provenances from Tamarindo, Guanacaste (C.R.), had the highest levels of potassium (28.1 g/kg). The highest values of magnesium (7g/kg) and manganese (74mg/g) were obtained in the provenance from Monterrico, Santa Rosa (Guat.). Highest zinc values (68mg/g) were obtained with the provenance from Pedasí, Los Santos (Panamá).

The following hypothesis were generated: superior material could be identified using information of biomass productivity and data of N content. The families which showed the highest biomass productivity and highest N content should be tested in further trials to identify trees with superior qualities for use in agroforestry systems.

The following activities are recommended: carry out studies of morphological variables such as coloration and form of leaves, tissue quality, branch angle, biochemical composition (lignin, tannins, etc) in the G. sepium provenances. Carry out the same determinations at the level of individuals that were carried out in the present study at the level of families and provenances. The identification of superior material should be made on the basis of biomass productivity and nitrogen content.

1. INTRODUCCION

Las precarias condiciones socioeconómicas de los países en vías de desarrollo crean la necesidad de utilizar más eficientemente las especies agrícolas y forestales en las zonas tropicales.

Entre otras, una alternativa para solucionar los problemas agroecológicos provocados por la deforestación del trópico húmedo, es el uso de árboles leguminosos fijadores de nitrógeno que podrían reducir los procesos de degradación del suelo. Además pueden ser utilizados como suplemento alimenticio para animales domésticos, y proporcionar así la proteína animal necesaria para solucionar, en parte, la crisis alimenticia de nuestros pueblos.

Se considera como investigación de procedencias a los ensayos de campo para seleccionar el origen de semillas más apropiadas para un conjunto particular de condiciones de crecimiento y requerimientos de uso final. Este tipo de investigaciones son necesarias ya que se carece de información, sobre las necesidades de las especies, o sobre las características de la estación, o ambas.

La importancia de los ensayos de procedencia radica en que la extrapolación de rendimientos desde parcelas pequeñas hasta la zona entera de plantación, tendrá un riesgo menor que comparaciones imprecisas, basadas en datos inadecuados, entre regiones distintas del mundo.

Hay poca información referente a trabajos de caracterización de procedencias de Gliricidia sepium en cuanto a su valor como abono verde y como suplemento alimenticio animal, por lo que se deben usar metodologías para establecer una ordenación sistemática de procedencias, que permitirá identificar y seleccionar material con

características genéticas deseables para su posterior mejoramiento y multiplicación, con el fin de que sean usadas en sistemas agroforestales.

El presente trabajo pretende los siguientes objetivos:

- a) Determinar la variabilidad en contenidos de N, P, K, Ca, Mg, Cu, Zn y Mn, y digestibilidad en la biomasa comestible de Gliricidia sepium entre las procedencias y familias de México, América Central y Panamá.
- b) Seleccionar procedencias y familias de Gliricidia sepium de comportamiento superior en condiciones de trópico húmedo, para disponer de material caracterizado que pueda ser sometido a ensayos clonales y posteriormente a estudios de alimentación animal en ambientes ecológicos específicos.

2. REVISION DE LITERATURA

2.1 Taxonomía

Gliricidia sepium (Jacq.) Steud., es una especie de la familia Leguminosae y subfamilia Faboideae o Papilionoideae (Little [s.f.]; Salazar, 1984; CATIE, 1986). Glover (1986), señala que en el año 1760 Gliricidia fue originalmente clasificada como Robinia sepium Jacquin. Otros sinónimos botánicos son Robinia maculata H.B.K., Lonchocarpus sepium D.C., Lonchocarpus maculatus D.C. También fue clasificada como Gliricidia maculata H.B.K. (CATIE, 1986; Little [s.f.]), actualmente se conoce que son especies diferentes; otros autores la han clasificado como Gliricidia sepium (Jacq) Walp., Gliricidia sepium (Jacq) Kunth ex Walp (CATIE, 1986).

2.2 Características generales de la especie

MAG et al. (1985); CATIE (1986), indican que es un árbol pequeño (10-12 m de altura), con diámetros no mayores a 30 cm (N.A.S., 1983); otros autores señalan que generalmente tiene 40 cm o menos de diámetro (CATIE, 1986). La hojas poseen entre 7-17 hojuelas, ovadas a elípticas u oblongo-lanceoladas, de 3-7 cm de largo, opuestas en el raquis, de color gris claro en el envés (Holdridge y Poveda, 1975).

Tiene una copa abierta y el follaje es ralo e irregular. Normalmente el fuste es de forma variable, desde erecto y recto, en algunas procedencias, hasta retorcido y muy ramificado; el tronco es de base recta (CATIE, 1986). El sistema radicular tiene nódulos (MAG et.al, 1985), aunque no se ha comprobado que sean nitrificantes.

Es de crecimiento rápido, fácil rebrote, fácil propagación y prendimiento en forma de estacones (Salazar,

1983). Sus diferentes nombres comunes, (Apéndice 1A), se deben a sus múltiples usos.

En cuanto a su rentabilidad se conoce que las plantaciones familiares de Gliricidia sepium son rentables para el campesino. Los recursos humanos y económicos para la realización para tal actividad no presentan problemas, sobre todo con respecto a mano de obra y administración, ya que el dueño es responsable de gran parte de los trabajos de campo (Navarro y Reiche, 1985).

2.3 Origen y distribución

Actualmente Gliricidia es principalmente cultivada en los países en desarrollo por sus atractivos como árbol forrajero, también puede hallarse en naciones desarrolladas (como Australia) como parte de proyectos para rehabilitar áreas que han sido sujetas a minería o erosión (Falvey, 1982).

Es una especie nativa de las zonas bajas con una estación seca bien definida (CATIE, 1986). Es un árbol pequeño originario del sur de México y América Central y está extensamente establecido en estos países (Carew (s.f.); Dow, 1984). La especie tiene una distribución natural amplia que va desde los 7°30' latitud norte en Panamá hasta 25°30' latitud norte en México (Hughes, 1987).

En Nicaragua se encuentra restringida a tierras misceláneas, donde forma bosques secundarios más o menos homogéneos, o asociada con otras especies indicadoras de zonas con climas secos y suelos arcillosos compactos (Otárola y Ugalde, 1983).

Ha sido introducido en las Antillas, Africa, Asia; también se ha naturalizado en Las Filipinas, se ha plantado en el sur de Florida y en América del Sur hasta Brasil (N.A.S. y CATIE, 1984 y 1986).

2.4 Ecología

La mayoría de sitios de distribución natural de *Gliricidia* son relativamente uniformes prevaleciendo clima sub-húmedo con precipitaciones en un rango de 900-1500 mm y cinco meses de período seco (diciembre-abril) (Hughes, 1987). Aunque en América Central existen rodales naturales en lugares con menos de 1000mm anuales (Otárola y Ugalde, 1983).

La Academia Nacional de Ciencias de los Estados Unidos (1984) describe a esta especie tropical indicando que crece a elevaciones desde el nivel de mar hasta los 1,500 m. Hughes (1987) señala que la distribución natural de *Gliricidia* ocurre desde el nivel del mar hasta 1200 m de altitud, aunque en Guatemala hay rodales naturales a 1450 msnm (Martínez H.H.A., com. personal) y en Costa Rica es cultivada a los 1600 m. La especie crece a temperaturas medias entre 22° y 30°C; precipitación media anual entre 1500 y 3000 mm (N.A.S., 1984).

En México (Vera, 1987), Guatemala, Honduras, El Salvador y Nicaragua (Martínez, H. com. personal), *Gliricidia* se puede encontrar en forma silvestre formando parte de selvas medianas perennifolias y en vegetación secundaria desde el nivel del mar hasta altitudes de 600-700 m .

Se encuentra sobre una gama amplia de suelos, desde los arenosos puros hasta regosoles rocosos inestratificados y vertisoles negros profundos (Hughes, 1987). Aunque suelos con altos contenidos de arcilla o poca retención de humedad limitan su crecimiento (CATIE, 1986). Es tolerante a suelos con carbonato de calcio y además hay procedencias adaptadas a suelos con altos contenidos de sodio. En México se desarrolla en suelos derivados de material calcáreo, igneo o

volcánico, siempre que no tenga deficiencias serias de drenaje (Vera, 1987).

Glover (1986) encontró en un ensayo de procedencias de Costa Rica y Nicaragua que hay procedencias que crecen excepcionalmente en suelos poco fértiles (La Selva, Costa Rica), y que Gliciridia sepium es tolerante a suelos con bajos contenidos de potasio.

Hughes (1987) indica que Gliciridia es nativa de climas con estación seca definida ocupando sitios de sucesión temprana y media, tales como dunas costeras, riveras de ríos, llanuras inundadas, y otras áreas disturbadas.

2.5 Fenología

Gliciridia es un árbol deciduo, perdiendo algunas o todas las hojas durante la estación seca y floreciendo y fructificando mientras pierde las hojas. Aunque ambas etapas fenológicas varían dentro de sitios y de un área a otra, los árboles pierden típicamente sus hojas en diciembre/enero y florecen entre enero y marzo. Produce abundante semilla en sitios con estación seca marcada. Cuando es plantada o se le encuentra en zonas húmedas, donde la temporada seca no es definida, el patrón de floración, fructificación y producción de semillas es irregular entre los años. (CATIE, 1986; Hughes, 1987).

Las flores se presentan en racimos densos de 5-10 cm de largo, los pétalos son rosados, un poco púrpura o blancos (Holdridge y Poveda, 1975). Ford (1987), indica que las flores atraen a las abejas, pero se desconoce qué tan útil podría ser para la producción de miel. El principal agente polinizador, en Nigeria y Costa Rica, son las abejas carpinteras del género Xilocopa sp. (Janzen, 1983; Aken'ova y Sumberg, 1986).

Los frutos son legumbres dehiscentes de aproximadamente 15-18 cm de longitud y usualmente contienen 5-7 semillas. Las semillas son planas y casi circulares, con un diámetro de aproximadamente 1 cm, de color amarillento variando de acuerdo a la procedencia. La cantidad de semillas por kilogramo es aproximadamente 8000. Esta especie se reproduce fácilmente, tanto sexual como asexualmente (Salazar, 1984).

2.6 Plagas y enfermedades

Glover (1986) reporta que en ensayos de procedencias en Costa Rica, árboles de 11 meses de edad fueron severamente afectados por el hongo *Leptosphaerulina* spp., el cual produjo lesiones circulares café-amarillentas en hojas y tallos. Los árboles se restablecieron al final de la época seca.

En Puerto Rico el árbol está perdiendo popularidad, debido a que su follaje se ve frecuentemente afectado por áfidos cuya secreción dulce atrae a hormigas y provoca la caída de las hojas. También atrae a otros insectos como Diabrotica y otros que atacan a los cultivos de maíz y frijol (CATIE, 1984).

En El Caribe se observó que la especie es atacada por *Orthezia praelonga*, *Puta barberi*, *Aphis liburni* (Ford, 1987). Estos insectos sólo causan un daño notable esporádicamente. Otros áfidos que la atacan son *Aphis crassivora* Kock, el cual fue encontrado parasitado por *Lysiphlebus testacipes* (Cress); también un hongo de raíces, *Sphaerostilbe repens*, infectó a *Gliricidia*.

Bumatay et al., (1987) reporta que en Las Filipinas *G. sepium* fue atacada por áfidos, cóccidos y termitas del suelo; las enfermedades identificadas fueron corrosión del tallo y manchas en las hojas. Estas infecciones afectaron el crecimiento de los diferentes árboles en la colección de germoplasma.

CATIE (1983), reporta presencia de ácaros aunque el daño no es severo y el árbol se repone. También se ha presentado síntomas de una enfermedad fungosa en las hojas, pero no se ha determinado la causa. Pueden presentarse problemas con roedores (ratas y Geomis sp.) si no se mantiene limpia la plantación, éstas cortan el tallo y hasta la raíz (Jon Ll., 1989).

Lenne y Sumberg (1986), informan que en Nigeria fueron detectadas, en Gliricidia sepium, dos enfermedades foliares: las causadas por Colletotrichum gloeosporioides (Penz.) Sacc. y Cercosporidium gliricidiasis (Frag. & Cif.) Deighton (Ellis, 1976); la primera fue encontrada más frecuentemente que la segunda.

En cuanto a plagas, en cercas vivas, se reporta Schruthantus sp., la cual es una planta epífita que se establece en el follaje en forma de cabellos colgantes, que si se dejan reproducir durante todo el año, llegan a cubrir el árbol y a matarlo. Se combate en forma mecánica con machete (Vera, 1987).

En un ensayo de cercas vivas de piñón cubano, realizado en República Dominicana éstas fueron atacadas por plagas del follaje tales como Diaprepes abbreviatus, Aphis crassivora y Phostria sp. (Hernández, M., 1988).

Vera (1987), indica que en México las principales malezas que afectan a Gliricidia cuando se usa como cerco vivo son: Xanthosoma robustum, Rumex sp., Aristolochia grandiflora, las cuales no constituyen una plaga si se realizan las limpiezas en forma efectiva.

2.7 Evaluación de procedencias

Quemé (1987), evaluó, en sitios diferentes de Guatemala, 12 procedencias guatemaltecas de Gliricidia sepium encontrando que para dos sitios (Bulbuxyá y Sanarate), no existieron diferencias significativas en cuanto a sobrevivencia; en el sitio "La Máquina" hubo diferencia significativa al 0.1% entre procedencias con respecto a sobrevivencia y número de ejes por planta. También hubo diferencias significativas en cuanto a crecimiento en diámetro y altura total, entre todas las localidades.

Estudios realizados por Mora (1983), sobre la variabilidad cualitativa y cuantitativa de procedencias de Gliricidia sepium, en diez zonas ecológicas de Costa Rica, muestran que existe variación en coloración de la corteza, período de fructificación, tamaño y coloración de las semillas y coloración de la nervadura central de las folíolos.

Sumberg (1985) llevó a cabo estudios de muestras colectadas de árboles procedentes de diferentes lugares de Costa Rica, en su mayoría obtenidos por semilla y otras provenientes de árboles que formaban parte de alguna cerca viva. Se reportó variación considerable en coloración de semilla y vainas; y características de hojas y flores.

Salazar (1985) estudió semillas procedentes de Costa Rica y Guatemala encontrando variabilidad en el tamaño de las semillas de diferentes procedencias. Además encontró una tendencia del aumento de peso de semillas conforme aumenta la elevación del lugar de origen.

Con respecto a biomasa, Atta-Krah (1987), estudió 49 fuentes de semilla de Gliricida sepium procedentes de América Central (47 de Costa Rica y 2 de Nicaragua),

comparándolas con la *Gliricidia* de Ibadan, encontrando variabilidad en la producción de biomasa.

En un estudio para evaluar el efecto de la poda en la floración y fructificación de *Gliricidia* se encontró que hubo diferencias entre las accesiones de Costa Rica e Ibadán (Atta-Krah, 1987).

Glover (1987) estudió procedencias en cuatro ambientes ecológicos diferentes encontrando variación significativa entre procedencias y dentro de procedencias con respecto a las variables de crecimiento en altura y diámetro basal. Además se observó que algunas procedencias tuvieron un crecimiento superior en todos los ensayos.

En ensayos de procedencias realizados en Costa Rica (Glover, 1986), se encontró que con respecto al ataque de hongos, hubo diferencias entre procedencias, en la severidad de ataque de la enfermedad.

En Hawaii hubo variación entre procedencias en cuanto a susceptibilidad al ataque de áfidos. El mismo comportamiento se observó con respecto al ataque de *Adoretus sinicus* (Glover, 1986).

Amara (1987) evaluó 14 procedencias en Njala, Sierra Leone; a los cinco meses de edad las plántulas de cada accesión fueron trasplantadas en parcelas de 5x4 metros (20 m²) en un diseño de bloque completamente al azar con tres réplicas. Las mediciones de altura fueron tomadas a intervalos mensuales hasta que los árboles fueron cosechados al final del primer año. Se recolectaron los datos de cosecha final y de rendimientos de rebrotes de cuatro y ocho meses de edad. Los resultados indican que hubo diferencias significativas en altura, producción de forraje, rendimiento, y formación-coloración de los nódulos, entre procedencias. En cuanto a coloración, algunas procedencias presentaron nódulos con coloraciones mixtas (blanco/rojo,

rojo/negro, blanco/negro), tales nódulos podrían ser infuncionales, o sugieren la presencia de *Rhizobia silvestre* lo que varía la efectividad para la fijación de N (Amara, 1987).

Bumatay et al (1987) en un estudio para comparar procedencias, encontraron que hubo diferencias en la forma de hojas. Las procedencias locales presentaron hojas anchas y oblongas, mientras que las procedencias de otros lugares presentaron hojas de pequeñas a grandes y elípticas; también hubo diferencias en el número de hojuelas por axis.

Kenney (1987), realizó un estudio para observar la variación en calidad de forraje y rendimiento en cinco poblaciones de Costa Rica; la supervivencia, después de un año, fue pobre y e insuficiente para producir estacas. Hubo diferencias significativas en supervivencia entre las poblaciones y entre clones dentro de poblaciones. Las poblaciones que mostraron mejor supervivencia, también tuvieron el diámetro promedio más grande. Existiendo diferencias significativas en crecimiento entre poblaciones ($p < 0.005$) y entre clones dentro de poblaciones ($0.005 < p < 0.01$) para los rametos de diámetro similar.

En un ensayo de procedencias de México, América Central y Panamá realizado en Costa Rica, se encontró diferencia significativa entre procedencias en cuanto a las variables medidas en vivero, tales como peso de semilla, altura, diámetro basal y número de hojas. También se encontró diferencia significativa entre procedencias en cuanto a altura, longitud de la rama más larga, biomasa y número de brotes en la fase de plantación, (Jon LLap, 1989).

2.8 Usos

2.8.1 Sistemas agroforestales

Gliricidia sepium es una especie versátil con respecto a sus funciones y productos, y con muchas características convenientes para su integración en sistemas mixtos (Moreno, 1985). Aunque también se ha reportado que algunos agricultores no la usan porque es hospedera de plagas del maíz y frijol (Martínez, 1989. com. personal).

2.8.1.1 Cultivo en callejones

Falvey (1982) indica que como una planta leguminosa puede crecer bien en sitios de fertilidad baja, y podría mejorar el nitrógeno del suelo y el contenido de materia orgánica a través de la fijación de nitrógeno y caída de hojas, respectivamente.

Gliricidia puede ser asociada tanto a cultivos anuales como perennes, proporcionando una serie de beneficios protectivos (Falvey, 1982); como soporte de cultivos en vainilla (Vainilla fragans), pimiento negro (Piper nigrum) y ñame (Dioscorea spp.). En Costa Rica es utilizado como protección para maíz, yuca, frijol, plantas aromáticas y medicinales (Moreno, 1985).

En los trópicos es importante como abono verde en plantaciones de café, té y cacao. Puede ser cultivada con la intención específica de cosechar el follaje para abono verde, por ejemplo como mulch para árboles frutales, o como fertilizante para uso en arroz de inundación (Falvey, 1982).

Según Kass y Jiménez (1986), en un estudio para determinar el efecto de residuos provenientes de la poda de Gliricidia en maíz y frijol, en ausencia de fertilizante nitrogenado, los rendimientos en ambos cultivos fueron mayores con residuos de Gliricidia, pero esta diferencia no

fue estadísticamente significativa. El incremento debido a los residuos fue menor que el obtenido con 40 Kg/ha y 60 Kg/ha de NH_4NO_3 para frijol y maíz, respectivamente.

En el experimento anterior, después del primer año los rendimientos en la parcela control disminuyeron y la respuesta a los residuos de *Gliricidia* fue mayor. También cuando los árboles fueron podados en ensayos de cultivo en callejones, los rendimientos del maíz y frijol aumentaron (Sánchez, 1989).

2.8.1.2 Sombra

Cacao, café y té comunmente crecen bajo su cubierta arbórea (CATIE, 1986; Otárola y Ugalde, 1983; Moreno, 1985; Dow, 1984; Falvey, 1982). La especie también es usada para proporcionar sombra a plántulas y flores de banano (Ford, 1987).

2.8.1.3 Cercas y barreras vivas

Esta leguminosa por su fácil propagación por estacas, es utilizada para producción de postes para cercas vivas especialmente en fincas ganaderas en donde se ha plantado por estacas largas de más de dos metros (N.A.S. y CATIE, 1984; Otárola, Martínez y Ordoñez, 1985). Ford (1987), indica que la especie frecuentemente se usa como cerca viva en los países del Caribe (Cuba, República Dominicana, Martinica, Puerto Rico, St. Vincent y Venezuela).

Eijk-Bos y Moreno (1986) estudiando el efecto de barreras vivas de *Gliricidia sepium* (Jacq.) Steud., sobre la pérdida de suelo en terrenos de colinas en Colombia, encontraron que el uso de barreras vivas de *Gliricidia* y el cultivo de maíz intercalado reduce la cantidad de suelo perdido en un 49% y en un 56% en las pendiente de 45 y 75%, respectivamente.

2.8.1.4 Sistemas silvopastoriles

Daccarett y Blydenstein (1968), estudiaron el efecto de árboles leguminosos y no leguminosos sobre forraje (gramíneas como Panicum maximun, Paspalum fasciculatum, Homolepsis aturensis y Digitaria decumbens) que crece bajo ellos, concluyendo que la intercepción de la luz guardaba una relación estrecha con el desarrollo de las copas; así Gliricidia tuvo una intercepción promedio de 34.4%. La producción de materia seca debajo de los árboles o en la parcela testigo, fue algo menor bajo Gliricidia sp. (madero gigante) en comparación con otros árboles.

En cuanto a contenido de proteína y fibra, el porcentaje de proteína en la vegetación herbácea bajo Gliricidia ocupó un valor intermedio, entre la más alta bajo Eritrhyna poeppigiana y la más baja, Cordia alliodora. Bajo Eritrhyna y Gliricidia, con algunas raíces más superficiales que las otras especies, se notó un ligero descenso en la producción de materia seca en la vegetación herbácea. Los datos de producción de materia seca demostraron que la presencia de árboles en el potrero, en la densidad de plantación usada (9 árboles/lote), no afectó la productividad el tapiz herbáceo (Daccarett y Blydentein, 1968).

2.8.2 Madera

La madera de Gliricidia es dura y pesada, utilizada como leña de buena calidad (CATIE, 1986). Bajo condiciones de crecimiento libre se han reportado densidades aparentes de 0.855 gs/cc (Witsberger Current y Archer, 1982); sin embargo, valores cercanos a 0.67 g/cc son reportados más comunmente (Benítez y Montesinos, 1988). Dependiendo de la edad resiste bien el fuego y rebrota aún después que la parte aérea haya sido quemada casi totalmente (CATIE, 1986).

En cultivo en callejones (*Gliricidia* y frijol), en tratamientos con y sin fertilización nitrogenada, se determinaron densidades de la madera de 0.39 g/cc; y contenido de nitrógeno de 0.56%; fósforo 0.04%; potasio 0.28%; calcio 0.13%, y magnesio 0.51%. En el tratamiento con fertilización los contenidos de nutrimentos de la madera fueron 0.77% de N; 0.04% de P; 0.55% de K; 0.15% de Ca, y 0.70% de Mg (Sánchez, 1989).

Es altamente resistente a las termitas y a la pudrición (Dow, 1984). También se recomienda para pisos, lambrin, duela, artículos torneados, hormas para zapatos, mangos para herramientas y cuchillería fina (Vera, 1987).

La madera en la parte del duramen es de color oscuro (a eso debe el nombre común de **Madero negro**). Es muy apreciada para durmientes o para las bases en la tierra soportando casa de madera (Holdridge y Poveda, 1975).

2.8.3 Control de plagas

Las semillas o la corteza pulverizada de *Gliricidia* son mezcladas con arroz para utilizarlos como veneno para ratas (Ford, 1987).

En plantaciones de té, *Gliricidia* parece tener la habilidad para controlar la diseminación de la infección de termitas (Falvey, 1982). *Gliricidia* también ha sido usada junto con un herbicida para controlar el crecimiento de malezas en plantaciones jóvenes de hule.

Una razón por la que *Gliricidia* es usada como sombra de cacao es porque sus raíces venenosas controlan a pequeños roedores hervíboros presentes en las raíces del cacao (Ford, 1987).

2.8.4 Otros usos

En algunos países las flores son consumidas por los humanos, se cree que éstas no contienen tóxicos. Considerando que las flores son cocidas antes de comerlas, se cree que el tóxico es inactivado por el calor (Ford, 1987).

En El Caribe es usada como un árbol ornamental esto es indicado por uno de sus nombres comunes en República Dominicana, palo de parque, y en Cuba, desnudo florecido; también Britton y Wilson (1923) reportan que tiene igual uso en Puerto Rico y las Islas Virgenes (Ford, 1987).

2.8.5 Forraje

Gliricidia es usada extensivamente en los trópicos como una planta de ramoneo y fuente de forraje, y ha sido recomendada como tal por publicaciones de FAO (Falvey, 1982). Es utilizada como alimento para rumiantes, sin embargo es tóxica para la mayoría de los no rumiantes (Ford, 1987).

Numerosos estudios han indicado el alto valor alimenticio del follaje de *Gliricidia* con niveles promedios de proteína entre 22-27% de materia seca, 14% de fibra cruda en materia seca, y valores de digestibilidad en un orden de 50-75%. Generalmente los tallos tienen valores alimenticios bajos (Wiersum, 1987).

En Asia, como en otras regiones tropicales, *Gliricidia* es usada extensivamente como una fuente de forraje. En algunos países de Asia los estudios de evaluación han sido llevados a cabo en *Gliricidia* como alimento de ganado de carne y leche, ovejas, cabras y conejos (Ford, 1987).

Sánchez y Payne (1987), en base a un estudio realizado en Costa Rica sobre uso y manejo de *Gliricidia sepium* por

granjeros, recomiendan que, en vista de que un porcentaje alto de agricultores que usualmente utilizan *Gliricidia*, también usan pastos, se debe considerar la posibilidad de introducir la especie como una alternativa como suplemento protéico para rumiantes.

La disponibilidad de nutrientes en el alimento es esencialmente determinada por la composición química. Primero por la concentración de componentes disponibles, y segundo, por las estructuras orgánicas e inhibidoras que pueden limitar la disponibilidad de los componentes a que ellas están asociadas (Kass y Rodríguez, 1986).

En cuanto a composición química, algunas procedencias de *Gliricida* de México, América Central y Panamá muestran las características que se presentan en el cuadro 1 (Informe Anual Proyecto AFN, 1988).

Espinoza (1984), en un estudio sobre caracterización nutritiva de la fracción nitrogenada del forraje de madero negro y poró a diferentes frecuencias de poda, encontró que el contenido promedio de nitrógeno en las porciones (tallo tierno, hojas y pecíolos) para madero negro fue $18,9 \pm 6,8$ y en el Poró $19,2 \pm 9,5$ (MS); la concentración de N total disminuye en las porciones conforme se acercan éstas a la base de la rama en ambas especies. Las hojas mostraron los valores mayores, siguiéndole en orden de importancia el tallo tierno y los pecíolos. Considerando los resultados se sugiere que una forma apropiada de uso práctico de los forrajes de Poró y Madero Negro sería como suplemento nitrogenado en rumiantes consumiendo una ración a base de pastos con un bajo nivel de N.

Benavides (1985), en estudios de especies arbóreas utilizadas para alimentación de pequeños rumiantes encontró que los follajes de árboles tienen alto contenido de proteína cruda (más que el doble en relación a los pastos y

30% más que el concentrado comercial). Además los valores energéticos son comparables a algunos pastos de buena calidad y bastante superior al de otros residuos agrícolas como follaje de yuca y hoja de plátano. Gliricidia sepium mostró porcentajes promedios de materia seca de 26%, un porcentaje promedio de proteína cruda de 24.8% y valores de energía metabolizable de 2.25 Mcal/Kg MS, los cuales resultaron mayores a los de Erythrina poeppigiana y E. berteroana y otros residuos agrícolas en estudio.

Vargas et al (1987). encontraron en el trópico húmedo guatemalteco que el valor nutritivo del forraje comestible de G. sepium, medido en términos de digestibilidad, composición química y consumo, fue superior al de Leucaena leucocephala y Guazuma ulmifolia. Además G. sepium mostró un valor nutritivo aceptable para ser utilizado en dietas para vacas en producción e incluso para animales en crecimiento, en los cuales el nivel protéico y energético de la ración cobra mayor importancia.

Cuadro 1. Composición química de procedencias de Gliricidia sepium de México, America Central y Panamá.

Procedencia	Familias	M.S. ¹ %	P.C. ² % de M.S.	P.C ---%---	DIVMS ³
Panamá	20	20.4	29.0	65.7	58.9
Costa Rica	10	22.0	29.8	66.8	64.4
Nicaragua	15	23.7	24.7	64.3	54.2
Honduras	15	24.4	26.5	68.7	55.5
Guatemala	37	27.0	26.8	57.0	64.5
México	80	32.3	23.6	59.7	59.0

1: Materia seca; 2: Proteína cruda; 3: Digestibilidad in vitro de la materia seca; P.C: pared celular.

Al comparar una selección de árboles leguminosos y no leguminosos con forrajes conocidos como el Pennisetum purpureum X P. typhoides o el alimento concentrado, se observa que la mayoría de los forrajes arbóreos tienen un contenido de proteína cruda (PC) relativamente alto. La digestibilidad in vitro de las mismas especies sigue un patrón diferente al de la PC, pero también permite identificar algunos casos que tienen una digestibilidad superior a la del pasto de preferencia, y cercana a la del concentrado (Borel, R. 1986).

Vera (1987), en México reporta que en un examen bromatológico en hojas de la especie, se determinó un 2.50% de agua, 6% de cenizas, 24% de proteínas, 5% de grasas, 21% de carbohidratos y 21% de fibra. En relación al valor energético, el mismo autor señala que se reportan 119, 45 y 84 calorías, para proteína, grasas y carbohidratos, respectivamente.

En ensayos con cultivos leguminosos forrajeros en las Islas Virgenes, Gliricidia, cosechada cuatro veces al año, obtuvo un porcentaje de proteína de 17%, mayor que el de otras cuatro especies. El rendimiento anual de proteína fue de 2600 Kg/ha/año, mayor que el de Leucaena leucocephala (Lam.) de Wit, Albizia lebbek (L.) Benth y Delonix regia Bojer Rap. Sin embargo, Gliricidia produjo ensilaje de muy baja calidad, y se formaron grandes tocones después de cosechas repetidas, por lo que Oakes y Skov (1962) concluyen que no debería ser recomendada como suplemento protéico en las Islas Virgenes (Ford, 1987).

Falvey (1982) informa que los análisis de composición química de hojas de Gliricidia muestran que contiene niveles altos de proteína cruda (entre 20-30%) y calcio, pero niveles bajos de fibra y fósforo. Aunque la digestibilidad de la proteína es relativamente baja, los análisis de digestibilidad de materia seca in vitro, han indicado rangos

de 53-59% para hojas jóvenes, y 56-64% para hojas viejas; los resultados parecen indicar que la especie podría tener un valor aceptable como suplemento protéico.

Vargas et al (1987), determinaron que Gliricidia sp., tuvo mayor consumo de forraje, materia seca y proteína, correspondiendo a 4, 0,9 y 0,2 Kg/100 Kg peso verde, respectivamente, al compararlo con Leucaena leucocephala y Guazuma ulmifolia. La digestibilidad in vitro de la materia seca fue superior en Gliricidia (58%), seguida por Leucaena (47%) y Guazuma (45%). El contenido de proteína cruda fue similar para Gliricidia y Leucaena (26 y 25%, respectivamente) y superior al de Guazuma. Gliricidia presentó los contenidos más bajos de fibra.

Shotsirikunnavat (1980), citado por Falvey (1982), determinó coeficientes de digestibilidad in vivo para varios parámetros nutricionales en ganado vacuno y ovejas. La digestibilidad de materia seca en este estudio fue más baja que la predicha en análisis in vitro en el caso de ovejas, mientras que la digestibilidad de proteína fue más alta que la reportada por Veerasilp (1981).

Kass y Rodríguez (1987) en estudios de ensilaje de Gliricidia sepium, encontraron que puede prepararse un ensilaje de calidad alta (contenido de proteína y valor nutritivo alto) con Gliricidia en presencia de aditivos eficientes tales como melaza y ácido fórmico, o al realizar el marchitado antes del ensilaje. Su importancia se basa en mejorar la nutrición de los animales durante la estación seca, aumentando la producción de leche y carne, especialmente para dueños de pequeñas propiedades en áreas bastante pobladas de los trópicos.

En experimentos realizados con cabras, las mayores ganancias de peso y mayor consumo se han obtenido con Gliricidia sepium en comparación con Erythrina poeppigiana y

E. berteriana; los valores obtenidos con Gliricidia sepium (60gr/animal/día) pueden explicarse por su mayor digestibilidad (Benavides, 1985).

Cheeke y Raharjo (1987), evaluaron Gliricidia como forraje para conejos comparándola con Leucaena leucocephala y Sesbania sesban; pasto elefante y Brachiaria, y cuatro productos agrícolas secundarios (hojas de maíz, coronas de yuca, hojas de plátano y hojas de papaya). El porcentaje de crecimiento en los conejos alimentados con Gliricidia estuvo en el quinto lugar, en la lista de las nueve comidas, excedida por la leucena, sesbania, pasto elefante y coronas de yuca. El porcentaje de digestibilidad para Gliricidia en varias fracciones fue: proteína cruda (49%); materia seca (34%), y energía (43%). Gliricidia ocupó el cuarto lugar en digestibilidad de proteína cruda, después de leucaena, sesbania y hojas de maíz; y el noveno lugar para las fracciones de la fibra.

Montilla et al. (1974), citado por Ford (1987) en un estudio realizado en Venezuela para evaluar harina de Gliricidia como sustituto de harina de alfalfa en la alimentación de gallinas ponedoras, encontraron que la harina de Gliricidia secada al sol más un 4.5% de harina de maíz blanco dió resultados similares a los obtenidos con maíz blanco más harina de alfalfa en la producción total de huevos y en la pigmentación. Sin embargo, la harina de Gliricidia secada en estufa disminuyó la producción. El peso del huevo fue mayor cuando ambos tipos de harina de Gliricidia fueron adicionados a la harina de maíz blanco que cuando fue adicionada la harina de alfalfa. No hubo diferencias significativas entre la capacidad reproductiva de pollas alimentadas con 2% de harina de maíz blanco en las ocho primeras semanas de vida, y 4.5% de harina de Gliricidia durante el período de postura; en comparación con las que fueron alimentadas en la misma proporción con harina

de alfalfa más maíz blanco o 100% de maíz amarillo (Ford, 1987).

Los resultados obtenidos en estudios recientes realizados por Rodríguez et al (1987) en el CATIE para comparar producción de leche en cabras estabuladas alimentadas con poró (Erythrina sp.) y madero negro (Gliricidia sepium), y suplementadas con Musa sp. cv. pelipita, indican que la producción de leche fue la más alta cuando se les dió forraje de E. poeppigiana. Estos resultados mostraron que aunque en el primer período experimental el consumo de madero negro fue mayor que el de poró, se observó una abrupta caída del mismo durante el tiempo que duró el experimento, manteniéndose estable el consumo del poró. La disminución del consumo de madero negro pudo deberse a la variación encontrada en los contenidos de materia seca y digestibilidad in vitro de este material. Se observó que al aumentar la digestibilidad y la "suculencia" del material disminuyó el nivel de consumo. Esto puede deberse, entre otras, a: 1) presencia de sustancias químicas que afectan la palatabilidad en las fracciones más jóvenes de la rama, y 2) debido a la diversidad de procedencias de donde se obtuvo el material experimental.

2.8.6. Efectos tóxicos resultados del consumo de Gliricidia sepium

Falvey (1982), se refiere a su toxicidad, particularmente en no-rumiantes, aunque el principio tóxico no ha sido aislado (Moreno, 1985). Van der Walt y Styn (1943), citados por este autor, alimentaron ovejas con 2.4 Kg de hojas de Gliricidia durante cuatro días; en los dos primeros días las ovejas tuvieron anorexia, disnea, decaimiento general, pulsos rápidos, inactividad del rumen, timpanismo y diarrea; después de unas semanas los animales

se recuperaron. En Asia se reporta que *Gliricidia* no es palatable para ganado vacuno y conejos (Wiersum, 1987).

Moreno (1985) informa que los efectos tóxicos y alelopáticos posibles pueden ser resultado de un complejo activo de fenoles, y ácidos flavónicos, meliólicos, hidrociánicos y protocatécicos, producidos por esta especie.

En San Carlos (C.R.) en un estudio realizado con bovinos alimentados con biomasa fresca comestible (hojas y tallos tiernos) de *Gliricidia sepium* a diferentes períodos de marchitamiento y con diferentes niveles de melaza y caña de azúcar, la especie fue rechazada por los animales (Hernández, J., 1988 Comunicación personal).

3. MATERIALES Y METODOS

3.1 Descripción del sitio experimental

3.1.1 Localización y características climáticas

El ensayo se estableció en la Estación Experimental "Los Diamantes" del Ministerio de Agricultura y Ganadería de Costa Rica en Guápiles, Cantón de Pococí, provincia de Limón cuyas características son: Altitud, 250 msnm; Precipitación, 4532 mm; Temperatura, 25°C; Humedad relativa media anual, 87%; Evaporación total anual, 1314 mm; Suelo: andosol. Según Holdridge (1978) el sitio experimental corresponde a una zona de vida Bosque muy Húmedo Tropical (BMH-T).

3.2 Descripción del material experimental

Una parte del material experimental fue recolectado por el Oxford Forestry Institute (OFI) en colaboración con los bancos de semilla en México, Guatemala, Honduras, Nicaragua, y Panamá. Para las procedencias y familias de Costa Rica, la selección de árboles y recolección de semillas fue ejecutada por el personal del proyecto Árboles Fijadores de Nitrógeno del CATIE. En total se trabajó con 6.048 individuos en 12 procedencias y 177 familias de Gliricidia sepium (Jacq.) Steud. De las 177 familias únicamente se determinó composición química a 173 ya que de las cuatro faltantes no se contó con suficiente material (muestras molidas) para los mismos.

El material experimental se describe en el cuadro 2, señalando localidad de colección, ubicación geográfica, características climáticas del sitio de origen y zona de vida. La figura 1 muestra el rango de distribución natural de Gliricidia y los sitios de colección. Las progenies son semillas cosechadas de árboles individuales élitos (familias), de cada rodal natural de *G. sepium* considerado como procedencia.

Cada procedencia colectada por el OFI está identificada por un número de seis dígitos, los dos primeros indican el lugar de origen (número de la procedencia); los dos que le siguen, el año de recolección y los dos últimos, el número de la familia a la que pertenece cada árbol.

Las procedencias colectadas por el proyecto AFN están identificadas por una clave que consta de una letra acompañada de un dígito que indica el área de origen y los dos números siguientes indican la familia a que pertenece el árbol, las semillas se colectaron en 1986.

Cuadro 2. Localización y distribución de las procedencias de Gliricidia sepium bajo estudio.

Clave Procedencia	País	Latitud (N)	Longitud (O)	Elevación (m)	PP/año (mm)	T °C	Fr [*]	Z.V
38-85 Playa Azul, Michoacán	México	18°04'	102°34'	0-30	884 ²	27.5	20	BMSF
37-85 Francisco Villa, Chiapas	México	16°18'	92°22'	600-700	1029 ³	22.6	20	BSTF
35-85 San Mateo del Mar, Oaxaca	México	17°11'	94°58'	10-30	1041 ¹	27.2	20	BST
34-85 Palmasola, Veracruz	México	19°46'	96°25'	10-50	1130 ¹	25.7	15	BST
25-84 Masaguata, Intibucá	Honduras	14°16'	87°58'	825	1103	25.4	15	BSTF
17-84 Monterrico, Santa Rosa	Guatemala	13°54'	90°29'	5	1714	27.1	20	BST
16-84 Vado Hondo, Chiquimula	Guatemala	14°44'	89°30'	450-500	877	25.6	17	BMSF
14-86 Belén, Rivas	Nicaragua	11°37'	85°48'	75	1156 ²	26.5	15	BST
13-86 Pedasí, Los Santos	Panamá	7°32'	80°04'	5-10	1351 ²	26.7	20	BST
00-A1 Playa Grande, Tamarindo, Guanacaste	Costa Rica	10°18'	85°50'	0-5	2296	25.0	3	BST
00-A2 Finca San Isidro, Canas, Guanacaste	Costa Rica	10°30'	85°08'	100	1774	27.0	3	BST
00-A4 La Carita, Cebadilla, Alajuela	Costa Rica	9°05'	84°21'	500	1956	21.4	4	BST

Fuente: Hughes (1987). *: número de familias. 1: 5 años de observación; 2: 12 años de observación; 3: 35 años de observación; 4: 38 años de observación; Z.V: zona de vida.

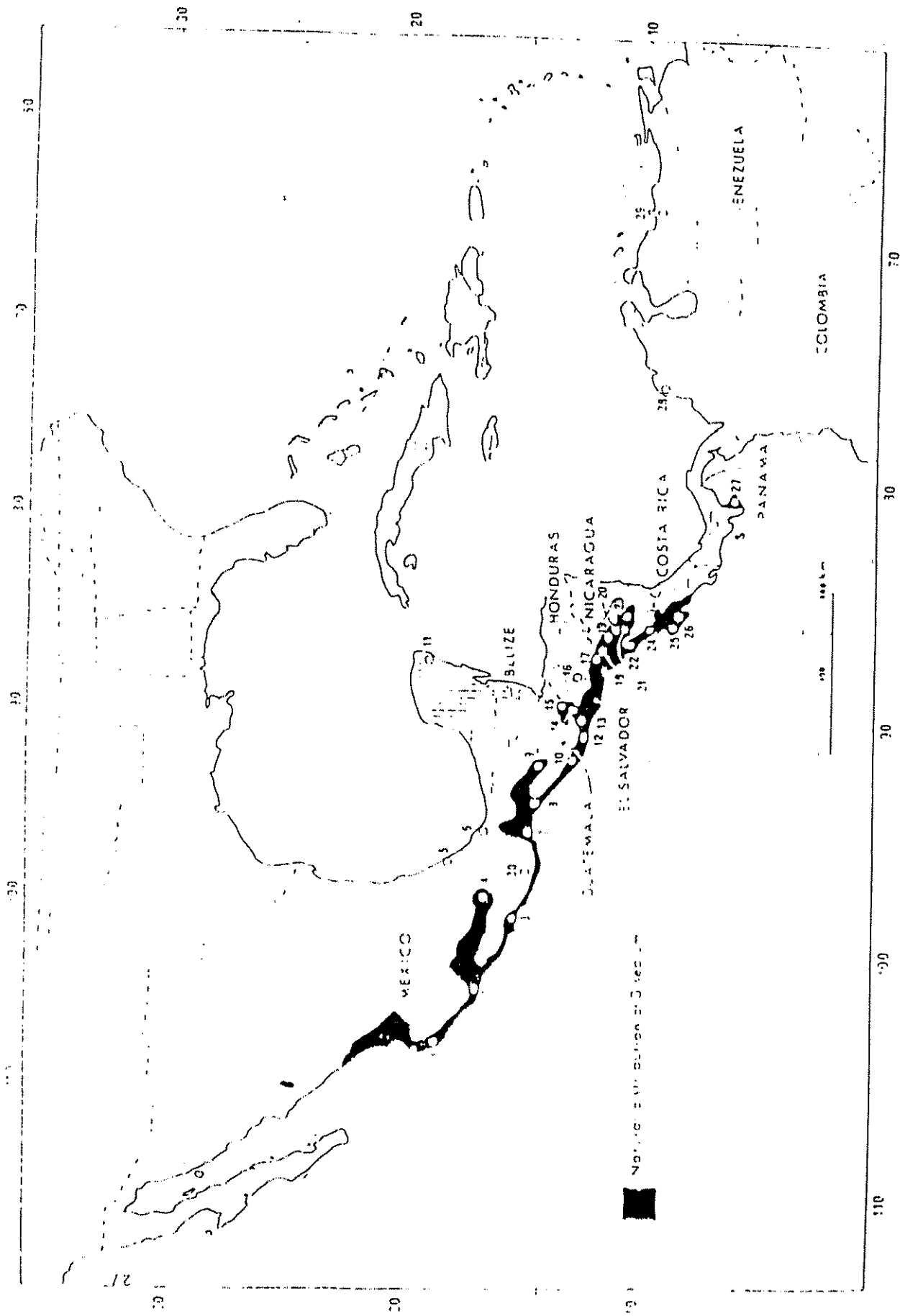


Fig. 1. Distribución natural de *Gliricidia sepium* (Jacq.) Walp. y sitios de colección del material experimental.

3.3 Diseño experimental

El ensayo constó de 3 bloques en los cuales se distribuyeron totalmente al azar las procedencias (12), familias (177) y 6.048 individuos (un promedio de 12 árboles por familia).

3.4 Establecimiento del ensayo

Antes del establecimiento del ensayo, el área era utilizada como potrero donde se pastoreaban bovinos en manejo rotatorio. Para el control de las malezas se hizo una chapia total del área, luego se aplicó Roundup (Glifosfato) y Radex (Paraquat).

El ensayo se estableció mediante trasplante de pseudoestacas obtenidas de plantas reproducidas por semillas en vivero establecido en Junio de 1986 en Cabiria (CATIE, Turrialba). En septiembre de 1987 se prepararon las pseudoestacas podando la biomasa aérea y dejando un tocón de 25cm; se excavó el suelo y se cortó la raíz a 25 cm bajo el cuello. Estas fueron colocadas en cajas de madera, protegidas con musgo húmedo y 12 horas después de su cosecha se llevaron, con su correspondiente identificación, a la Estación Experimental del Ministerio de Agricultura "Los Diamantes" en Guápiles.

Los árboles fueron sembrados a una distancia de 1.5x1.5m, ocupando un área total de 1.5ha incluyendo los bordes, con un área útil de plantación de 1.36 ha.

La siembra se hizo en hoyos de 30 x 30 x 30 cm. Para identificar la ubicación exacta de cada árbol en el campo se elaboró un mapa con las claves de identificación correspondientes.

Durante esta etapa, la labor principal fue el control de malezas por medio de rodajeas alrededor de cada planta y la aplicación de Paraquat entre las hileras de plantas.

3.5 Muestreo

Tres meses (90 días) después de establecido el ensayo se procedió a cosechar la biomasa de cada árbol considerando las siguientes variables (medidas 60 días después de la plantación):

1. **Altura total (cm):** se midió desde el nivel del suelo hasta el ápice del brote vertical dominante.
2. **Diámetro basal (DB5):** se midió a 5 cm sobre el nivel del suelo, con un calibrador bernier (0.01cm).
3. **Número de rebrotes:** se contó el número de rebrotes que aparecieron sobre la pseudoestaca en cada árbol.
4. **Longitud de la rama más larga (cm):** se midió desde el inicio de la inserción en la pseudoestaca hasta el ápice del rebrote en cada árbol.
5. **Número máximo de folíolos (NMAXF):** se contó el número máximo de folíolos existente en la hoja compuesta de cada árbol.
6. **Peso total de la biomasa:** se cosechó toda la biomasa de cada árbol dejando en el campo la pseudoestaca. Se separó la biomasa en material comestible (hojas y tallo tierno) y material leñoso. Se pesó la biomasa fresca total y se tomó una alicuota, de aproximadamente 200 g, para determinar el peso seco. Esta se colocó en bolsas de papel con su correspondiente identificación de bloque, fila y número de procedencia. La alicuota se pesó y se llevó a una estufa a 60°C con ventilación forzada hasta llegar a peso constante; luego se procedió

a tomar peso seco. Para determinar el peso de la biomasa de cada árbol se empleó el siguiente cálculo:

$$\underline{PST} = \underline{PSM}$$

$$PHT \quad PHM$$

Donde:

PST = Peso seco total PSM = Peso seco de la muestra

PHT = Peso húmedo total PHM = Peso húmedo de la muestra

PST = PB, donde PB = Peso de la biomasa.

3.6 Análisis de laboratorio

La fase de laboratorio consistió en análisis químicos de todas las procedencias (12) y familias (173) de Gliricidia sepium consideradas en el experimento.

Las muestras (hojas) fueron molidas utilizando un tamiz de 2 mm; éstas se colocaron en bolsas de plástico las cuales se almacenaron en los cuartos secos del taller de preparación de muestras del Proyecto Arboles Fijadores de Nitrógeno en Cabiria (CATIE, Turrialba).

Antes de iniciar los análisis de laboratorio las muestras se molieron de nuevo utilizando un tamiz de 1 mm. Luego de cada individuo se tomó una submuestra de 0,5 g, utilizando una balanza analítica, para hacer muestras compuestas por procedencia. A éstas se le determinó el contenido de P, K, Ca, Mg, Cu, Zn y Mn; porcentaje de proteína cruda, materia seca, y digestibilidad in vitro.

De la misma forma se volvió a tomar, por individuo, una submuestra de 0.5 g y se hicieron muestras compuestas por familia, a éstas se le determinaron las variables descritas en el caso de procedencias.

Se hizo un análisis del suelo del sitio experimental, para el cual se tomaron 20 muestras por bloque, 10 a una profundidad de 0-20cm y las otras 10 a 20-40 cm.

Los métodos usados para la determinación de contenido de nutrimentos en el suelo y composición química del tejido vegetal se muestran en el Cuadro 3.

3.7 Análisis estadístico

Para el análisis de la información generada, se usaron procedimientos de agrupación (Análisis de Cluster) con el método de promedios, del programa estadístico SAS (SAS, 1987), con el propósito de reconocer grupos de familias con características similares.

Las variables consideradas fueron, con respecto a la planta: altura, diámetro basal, longitud de la rama más larga, número de folíolos, número de rebrotes, biomasa de tallos y biomasa de hojas; con respecto a la biomasa: contenido de P, K, Ca, Mg, Cu, Zn y Mn; porcentaje de proteína cruda, y digestibilidad in vitro de la materia seca.

En base al análisis de correlación (Cuadro 4), se procedió a excluir del análisis de agrupamiento a las variables que se encontraron altamente correlacionadas, éstas fueron altura total y porcentaje de proteína cruda, quedando bajo análisis las siguientes variables: biomasa, número de rebrotes, diámetro basal a cinco centímetros del suelo, número máximo de folíolos, porcentajes de N, P, K, Ca, Mg, Cu, Zn, Mn y digestibilidad in vitro de la materia seca

Cuadro 3. Métodos utilizados para la determinación de contenidos de nutrimentos, digestibilidad in vitro, en el suelo y tejido vegetal.

TEJIDO VEGETAL			
Parámetro	Método	Lectura	Referencia
N	Micro kjeldahl	Titulación	Muller, 1961
P	Digestión Nítrico Perclórica	Colorimetría	Johnson y Ulrich, 1967
K Ca Mg Cu Mn Zn	Digestión Nítrico Perclórica	Absorción Atómica	Johnson y Ulrich, 1967
Digestibilidad in vitro	Tilley and Terry, 1963 modificado		Kass y Rodríguez, 1988
SUELOS			
pH 1:2,5	H ₂ O	Potenciómetro	Díaz-Romeu y Hunter, 1978
MO	K ₂ Cr ₂ O ₇ + H ₂ SO ₄ Sal de Mohr	Titulación	Saiz del Río y Bornemisza 1962
N	Semi-micro kjeldahl	Titulación	Díaz-Romeu, 1977
P	Olsen modificado	Colorimetría	Díaz-Romeu y Hunter, 1978
K Cu Zn Mn	Olsen modificado	Absorción atómica	Díaz-Romeu y Hunter, 1978
Ca y Mg	KCl 1N	Absorción atómica	Díaz-Romeu y Hunter, 1978

Cuadro 4. Correlaciones entre las variables bajo estudio.

	Altura	DB5	NMAXF	Brotos	LRML	Biomasa	N	P	K	Ca	Mg	Cu	Zn	Mn	P
Altura	1														
DB5	0,6	1													
NMAXF	0,5	0,4	1												
Brotos	0,07	0,2	-0,09	1											
LRML	0,91*	0,6	0,5	0,0	1										
Biomasa	0,6	0,7	0,4	0,2	0,7	1									
N	0,4	0,09	0,1	-0,1	0,2	0,1	1								
P	-0,03	-0,08	-0,04	0,1	-0,06	-0,1	-0,1	1							
K	0,1	0,0	0,1	0,1	0,1	0,01	-0,05	0,3	1						
Ca	-0,03	0,04	-0,05	0,0	0,0	0,1	0,2	-0,4	-0,2	1					
Mg	-0,03	0,01	0,1	-0,04	0,01	-0,1	0,05	0,02	0,06	0,1	1				
Cu	0,1	0,0	0,04	-0,05	-0,07	-0,01	-0,2	-0,02	0,01	-0,1	-0,04	1			
Zn	0,01	-0,09	-0,07	-0,07	0,05	-0,03	0,2	-0,1	-0,07	0,2	-0,05	-0,1	1		
Mn	0,03	0,1	0,04	-0,08	0,1	0,2	-0,05	-0,2	-0,05	0,04	-0,0	0,3	-0,1	1	
PPC	0,2	0,09	0,1	-0,01	0,2	0,1	1*	0,1	-0,05	0,2	0,05	-0,2	0,2	-0,05	1
DIVMS	0,05	-0,07	-0,01	0,01	0,04	-0,05	0,06	-0,01	0,2	0,01	0,1	-0,0	-0,02	-0,07	1

4. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 Composición química de procedencias.

Los resultados indican que las 12 procedencias mostraron composición química similar (Cuadro 5). Se mencionan únicamente las procedencias que obtuvieron los valores máximos y mínimos, las demás obtuvieron valores intermedios. Los valores de potasio varían en un rango amplio, manteniéndose el nitrógeno sin variación. El fósforo aparentemente no es afectado por la variación del potasio. Las figuras 2, 3 y 4 muestran los valores máximos, medios y mínimos para cada elemento y algunas de las procedencias que los obtuvieron.

4.1.1 Elementos mayores

4.1.1.1 Nitrógeno

El valor más alto (42,9g/kg) lo obtuvieron las procedencias de la Finca San Isidro, Cañas, Guanacaste (C.R.) y la de Vado Hondo (Guate.). El valor menor (38,1g/kg) correspondió a las procedencia de San Mateo del Mar (Méx.).

4.1.1.2 Fósforo

La procedencia de Playa Azul (Méx.) obtuvo el valor más alto (2,8g/kg), el más bajo se reportó para la de La Garita (C.R.) con 2,1g/kg.

4.1.1.3 Potasio

Para este elemento se encontró un valor máximo de 28,1g/kg, correspondiendo a las procedencias de Playa Tamarindo y de la Finca San Isidro de Costa Rica,

respectivamente; el valor más bajo, 22,1g/kg, lo obtuvo la procedencia de La Garita, Costa Rica.

4.1.1.4 Calcio

La procedencia de Playa Azul (Méx.) reporta el valor más alto (19,3g/kg); el más bajo (12,7g/kg) se encontró en las procedencias de Playa Tamarindo y de la Finca San Isidro, respectivamente (C.R.).

4.1.1.5 Magnesio

Para la procedencia de Monterrico (Guat.) se encontró el valor más alto (7g/kg); el más bajo lo obtuvo la de La Garita (C.R.) con 4,4g/kg.

4.1.2 Elementos menores

4.1.2.1 Cobre

Se encontraron valores máximos de 12mg/g para la procedencia de Playa Azul (Méx.); a las procedencias de Pedasí (Panamá), Belén (Nic.), Masaguara (Hond.) y Francisco Villa (Méx.), respectivamente, correspondió el valor más bajo de 8mg/g.

4.1.2.2 Zinc

Los valores más altos (68mg/g) se encontraron en la procedencia de Pedasí (Panamá), los menores (30mg/g) para las de Belén (Nic.) y Francisco Villa (Méx.), respectivamente.

4.1.2.3 Manganeso

La procedencia de Monterrico (Guat.) obtuvo el valor máximo de 74mg/g; el mínimo de 55mg/g se obtuvo para la procedencia de Pedasí (Panamá).

4.1.3 Digestibilidad in vitro

La procedencia de la Finca San Isidro (C.R.) obtuvo el valor máximo (65,99%); el mínimo (60,12%) correspondió a la de Francisco Villa, México.

Al comparar la alfalfa (Medicago sativa), un forraje de conocida calidad, algunos forrajes de alta calidad nutritiva, se observa que los valores de composición química de G. sepium obtenidos, se observa que los valores de proteína cruda resultaron mayores; los de fósforo y manganeso menores, potasio, cobre y zinc mayores; calcio y magnesio resultaron menores. Lo antes expuesto indica que las procedencias evaluadas podrían considerarse de calidad nutritiva aceptable para uso como suplemento en alimentación animal. En cuanto a digestibilidad in vitro estos valores se encuentran dentro del promedio normal de G. sepium reportado por otros autores. La variación en digestibilidad in vitro y proteína cruda es poca, probablemente estas variables no son afectadas por la procedencia, en el presente estudio.

4.2 Composición química por familias dentro de procedencias

El cuadro 6 muestra los valores de composición química máximos y mínimos obtenidos en los análisis por familia. Los valores por familia aparecen en los cuadros 2-7A. Las figuras 5, 6 y 7 muestran algunas de las familias que obtuvieron los valores máximos, medios y mínimos para cada elemento.

Cuadro 5. Composición química de muestras foliares de procedencias de Gliricidia sepium de México, América Central y Panamá.

Procedencia	N	P	K	Ca	Mg	Cu	Zn	Mn	PC	DIVMS
	----- g/kg -----			-----		-- mg/g --		-----g-----		
Costa Rica										
Playa Tamarindo, Guanacaste	40,3	2,4	28,1	12,7	6,0	10	34	58	25,19	61,51
Finca San Isidro, Guanacaste	42,9	2,2	28,1	12,7	6,0	10	34	64	26,81	65,99
La Garita, Alajuela	40,7	2,1	22,1	16,1	4,4	10	60	62	25,44	64,80
Panamá										
Pedasi, Los Santos	39,8	2,2	25,1	17,1	5,0	8	68	55	24,88	64,11
Nicaragua										
Belén, Rivas	42,5	2,4	27,4	16,6	5,3	8	30	58	26,56	65,65
Guatemala										
Vado Hondo, Chiquimula	42,9	2,4	25,3	16,9	5,6	10	32	66	26,81	63,97
Monterrico, Santa Rosa	39,0	2,4	25,3	17,6	7,0	10	32	74	24,38	62,56
Honduras										
Masaguara, Intibuca	39,8	2,4	25,1	17,8	5,7	8	38	68	24,88	63,72
México										
Playa Azul, Michoacan	40,7	2,8	24,5	19,3	4,8	12	32	56	25,44	62,19
Francisco Villa, Chiapas	39,0	2,3	24,7	15,8	5,8	8	30	64	24,38	60,12
San Mateo del Mar, Oaxaca	38,1	2,4	23,0	15,5	5,4	10	46	62	23,81	61,03
Palmasola, Veracruz	39,0	2,4	24,7	16,9	5,9	10	46	61	24,38	62,80

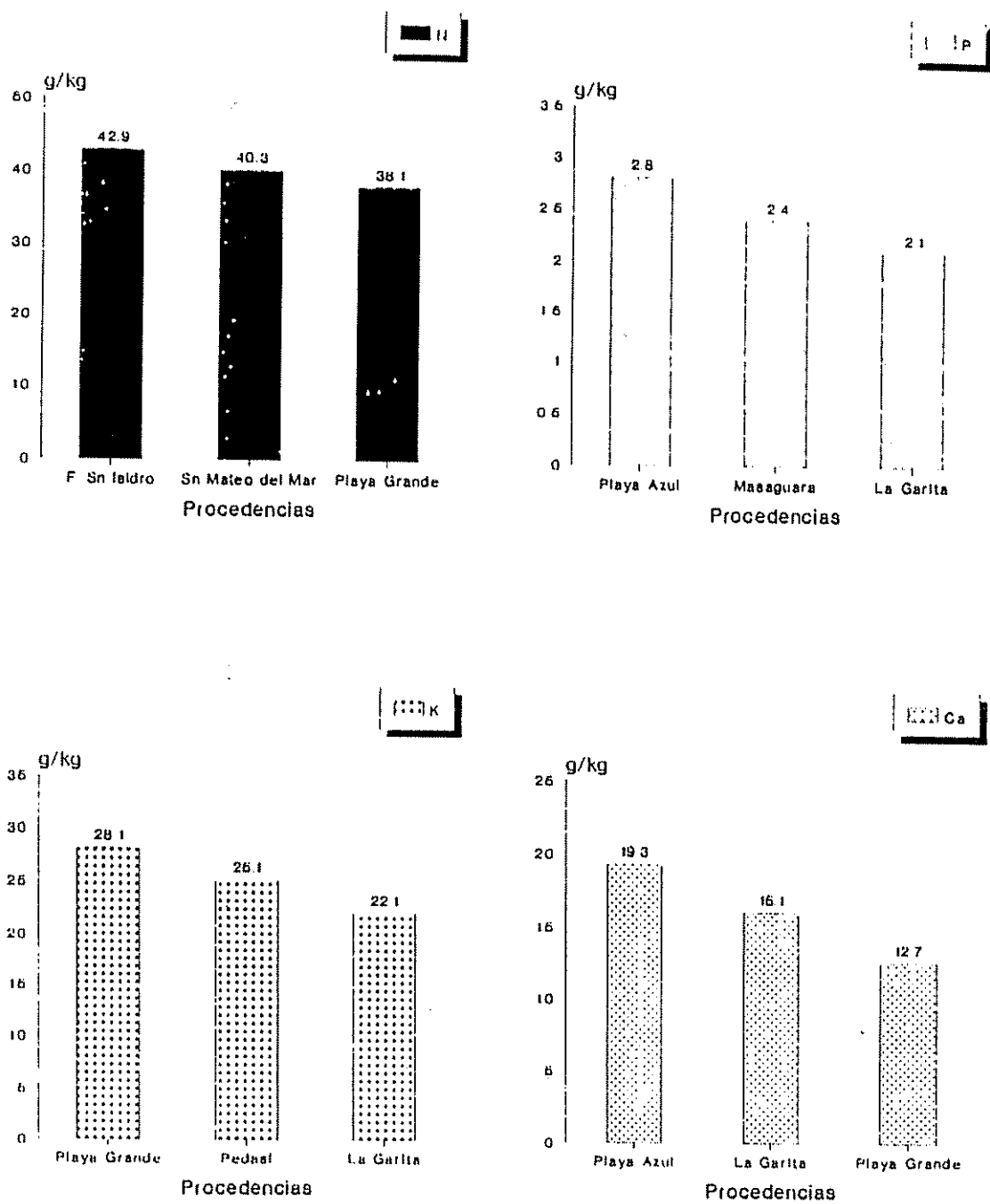


Fig. 2. Procedencias de *G. sepium* que mostraron los valores máximos, medios y mínimos de nitrógeno, fósforo, potasio y calcio.

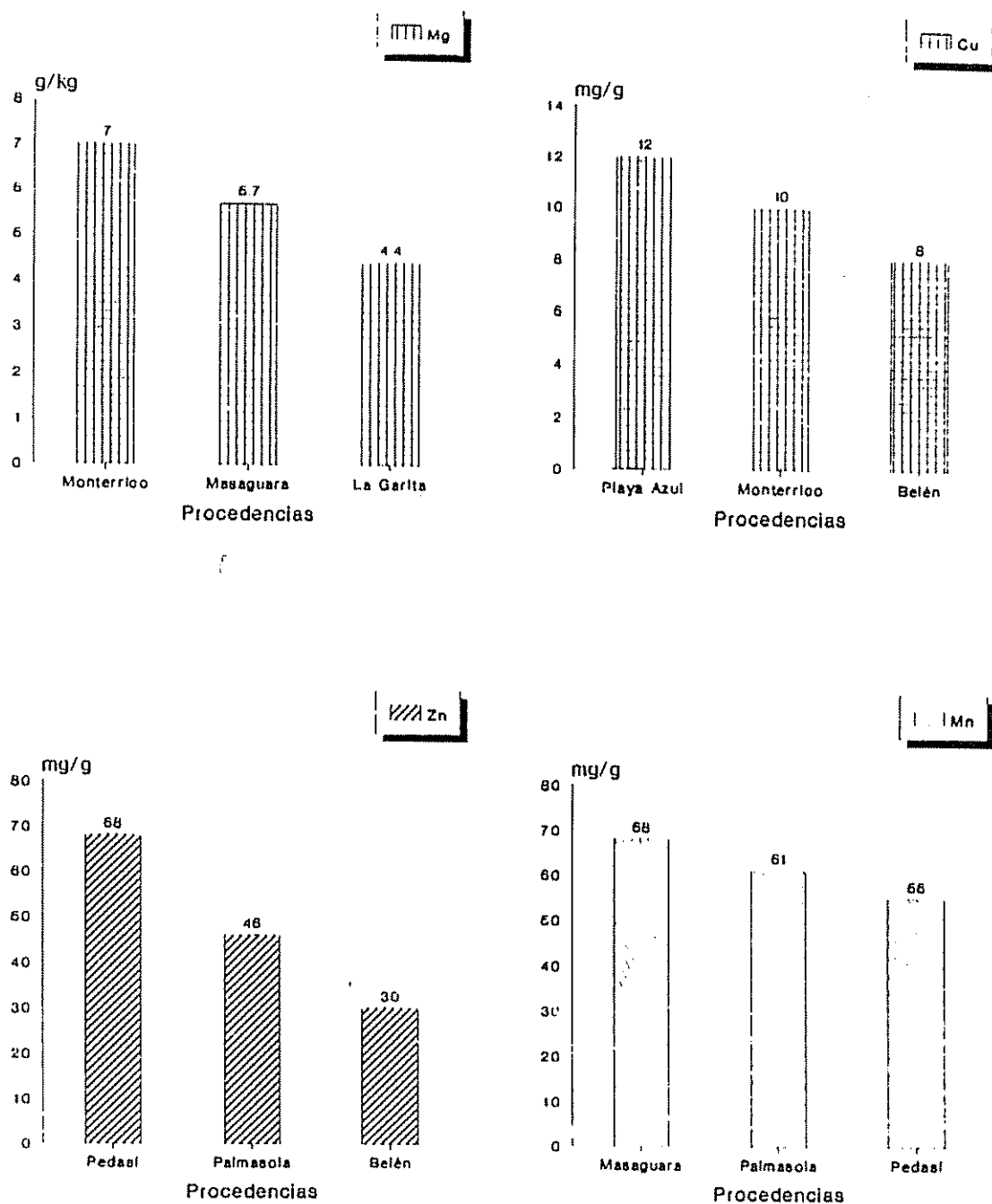


Fig. 3. Procedencias de *G. sepium* que mostraron los valores máximos, medios y mínimos de magnesio, cobre, zinc y manganeso.

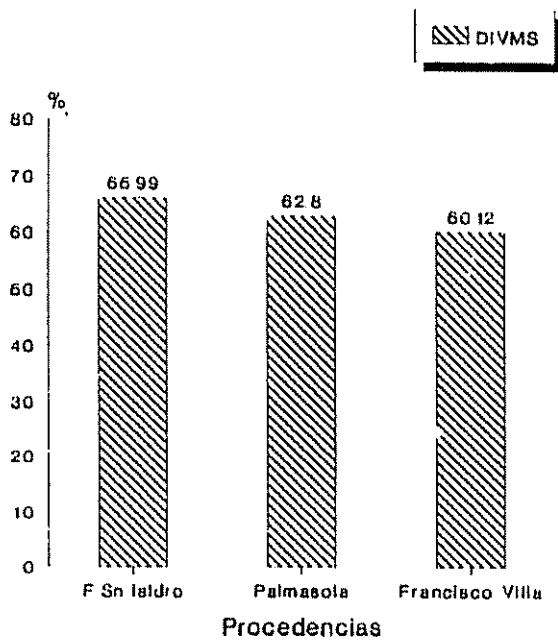
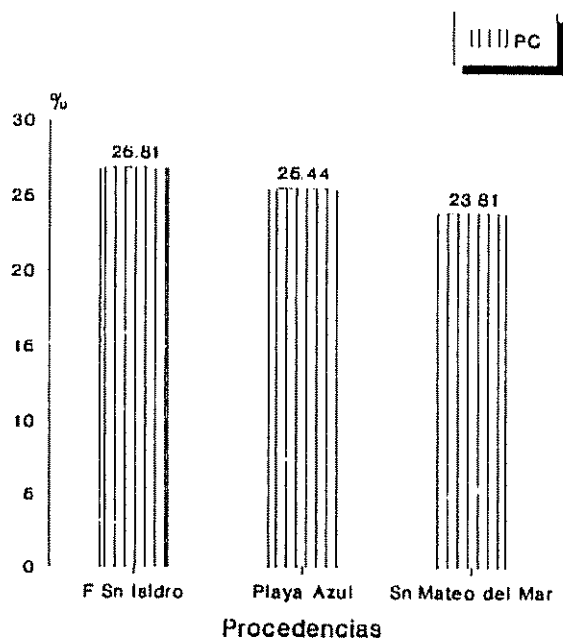


Fig. 4. Procedencias de *G. sepium* que mostraron los valores máximos, medios y mínimos de proteína cruda y digestibilidad *in vitro* de la materia seca.

A continuación únicamente se mencionan algunas de las familias para las que se registraron los valores máximo, medio y mínimo de cada elemento.

4.2.1 Elementos mayores

4.2.1.1 Nitrógeno

El valor promedio máximo (46,4g/kg), correspondió a las familia 9 de la procedencia de La Garita (C.R.). El valor mínimo (30,2g/kg) se obtuvo en la familias 12 de la procedencia de San Mateo del Mar (Méx.). Se encontraron valores intermedios (38,1 g/kg) en la familia 18 de Palmasola (Méx.).

4.2.1.2 Fósforo

Se encontraron valores máximos de 4g/kg para las familias 17 de Pedasí (Panamá); el valor mínimo de 2,g/kg correspondió a la familias 3 de Belén (Nic.). El valor medio (3 g/kg) lo obtuvo la familia 4 de la procedencia de Masaguara (Hond.).

4.2.1.3 Potasio

La familia 10 de Belén (Nic.) mostró el valor máximo de 29g/kg; el valor mínimo (17g/kg) se encontró en la familia 3 de Belén (Nic.). La familia 10 de La Garita (C.R.) obtuvo el valor medio (23 g/kg).

4.2.1.4 Calcio

Se encontró un valor máximo (21g/kg) para la familia 13 de la procedencia de Playa Azul (Méx.). El valor mínimo de 7g/kg para la familia 3 de Belén (Nic.); y el valor medio de 14 g/kg correspondió a la familia 5 de Monterrico (Guat.).

4.2.1.5 Magnesio

El valor más alto para este elemento (8g/kg) se registró en la familia 5 de Pedasí, (Panamá); en la familia 3 de Belén (Nic.) se presentó el valor más bajo (3g/kg). El valor intermedio (5,5 g/kg) correspondió a la familia 1 de Pedasí (Panamá).

4.2.2 Elementos menores

4.2.2.1 Cobre

Para la familia 14 de Monterrico (Guat.) se obtuvo el valor máximo (16 mg/g), a la familia 20 de Francisco Villa correspondió valor mínimo (6mg/g). A la familia 5 de Playa Grande (C.R.) correspondió el valor intermedio de 10 mg/g.

4.2.2.2 Zinc

En la familia 1 de San Mateo del Mar (Méx.) se encontró el valor máximo (64 mg/g); el mínimo (20 mg/g) correspondió a la familia 15 de Masaguara (Hond.). La familia 13 de Playa Azul (Méx.) obtuvo el valor intermedio de 12 mg/g.

4.2.2.3 Manganeso

El vaalor más alto (80 mg/g) se encontró en la familia 15 de Masaguara (Hond.), el mínimo (42 mg/g) correspondió a la familia 19 de San Mateo del Mar (Méx.), y el valor intermedio (60 mg/g) lo obtuvo la familia 10 de la Finca San Isidro (C.R.).

4.2.3 Variables de calidad nutritiva

4.2.3.1 Porcentaje de proteína cruda

El mayor porcentajes (29,0%) correspondió a la familia 9 de La Garita (C. R.); el mínimo (19%) lo obtuvo la familia

12 de San Mateo del Mar (Méx.), y el valor intermedio (24%) para la familia 18 de Palmasola (Méx.).

4.2.3.2 Digestibilidad in vitro de la materia seca

La familia 12 de la Finca, San Isidro presentó el porcentaje más alto (68%); el valor más bajo (56%) correspondió a la familia 12 de Monterrico (Guat.); el valor intermedio (642%) lo obtuvo la familia 3 de Vado Hondo (Guat.).

4.3 Producción de fitomasa y variables dasométricas

De igual forma que en lo anterior, el cuadro 7 presenta los valores promedios de familias dentro de procedencias, sólo se hace mención a las que presentaron los valores máximos y mínimos, las restantes obtuvieron valores intermedios.

4.3 1. Biomasa

Las familias de la procedencia de La Garita (C.R.) presentó los valores promedios más altos (404,17 Kg/ha); los más bajos (246,02 kg/ha) se determinaron en las de Francisco Villa (Méx.).

4.3.2 Número máximo de folíolos/planta (NMAXF)

Los valores máximos (17,04) se encontraron en las familias de la procedencia de La Garita (C. R.); las de San Mateo del Mar (Méx.) presentaron los valores más bajos (14,18).

4.3.3 Número de rebrotes/planta (RB)

Se encontraron valores entre 4,18 y 3,09, máximo y mínimo para las familias de las procedencias de Playa Tamarindo (C.R.) y Palmasola (Méx.), respectivamente.

4.3.4 Diámetro basal/planta a cinco centímetros del suelo (DB5)

Las familias de las procedencias de Playa Tamarindo y La Garita (C.R.) promediaron, respectivamente, los valores máximos y mínimos (2,01 y 2,40mm).

4.4 Análisis de agrupamiento (Cluster)

4.4.1 Establecimiento de la estructura natural de las familias de Gliricidia sepium mediante el análisis de agrupamientos.

Uno de los propósitos de establecer ensayos con familias, es conocer el comportamiento y la variación de materiales que se prevee están estrechamente relacionados genéticamente. El análisis de agrupamientos ha sido señalado reiteradamente como un instrumento para el establecimiento de estructuras naturales en poblaciones en donde no conocemos a priori los patrones de similitud (Anderberg, 1976).

El análisis de agrupamiento presentó la distribución de las familias dentro procedencias en grupos tales como aparece en el cuadro 8 y figura 8. El número óptimo de agrupaciones (6) se determinó usando el criterio cúbico (Sarle, 1983) y el pseudo t^2 (Calinski y Harabasz, 1974).

Se observa que el primer grupo concentra más del 70% de las familias, mostrando homogeneidad del material estudiado dentro del grupo, esto quizás se deba a que no existen barreras ecológicas que las separen, ya que la mayoría de las procedencias en este grupo pertenecen a las mismas zonas de vida (Cuadro 2).

Cuadro 6. Valores máximos, medios y mínimos de cada elemento. Análisis en muestras compuestas por familia.

N	P	K	Ca	Mg	Cu	Zn	Mn	PC	DIVMS
-----g/kg-----					--mg/g--			---%---	
46,4	4	29	21	8	16	64	80	29	68
38,1	3	23	14	5,5	10	42	60	24	62
30,2	2	17	7	3	6	20	42	19	56

Cuadro 7. Producción de biomasa de Gliricidia sepium. Valores promedios por familias dentro de procedencias.

Procedencia	Biomasa (kg/ha)	Número/planta		
		MAXF	RB	DB5 (mm)
Costa Rica				
P. Tamarindo, Guanacaste	249,03	15,34	4,18	2,01
F. San Isidro, Guanacaste	341,20	14,98	3,62	2,30
La Garita, Alajuela	404,17	17,04	3,92	2,40
Panamá				
Pedasí, Los Santos	263,60	14,82	4,33	2,18
Nicaragua				
Belén, Rivas	305,37	15,06	3,84	2,27
Guatemala				
Vado Hondo, Chiquimula	289,84	14,57	3,46	2,27
Monterrico, Santa Rosa	306,01	14,55	4,03	2,24
Honduras				
Masaguara, Intibuca	313,84	15,07	3,64	2,27
México				
Playa Azul, Michoacan	247,62	15,00	3,41	2,14
Francisco Villa, Chiapas	246,02	14,24	3,59	2,08
Palmasola, Veracruz	298,59	15,33	3,09	2,19
San Mateo del Mar, Oaxaca	297,48	14,18	4,07	2,16

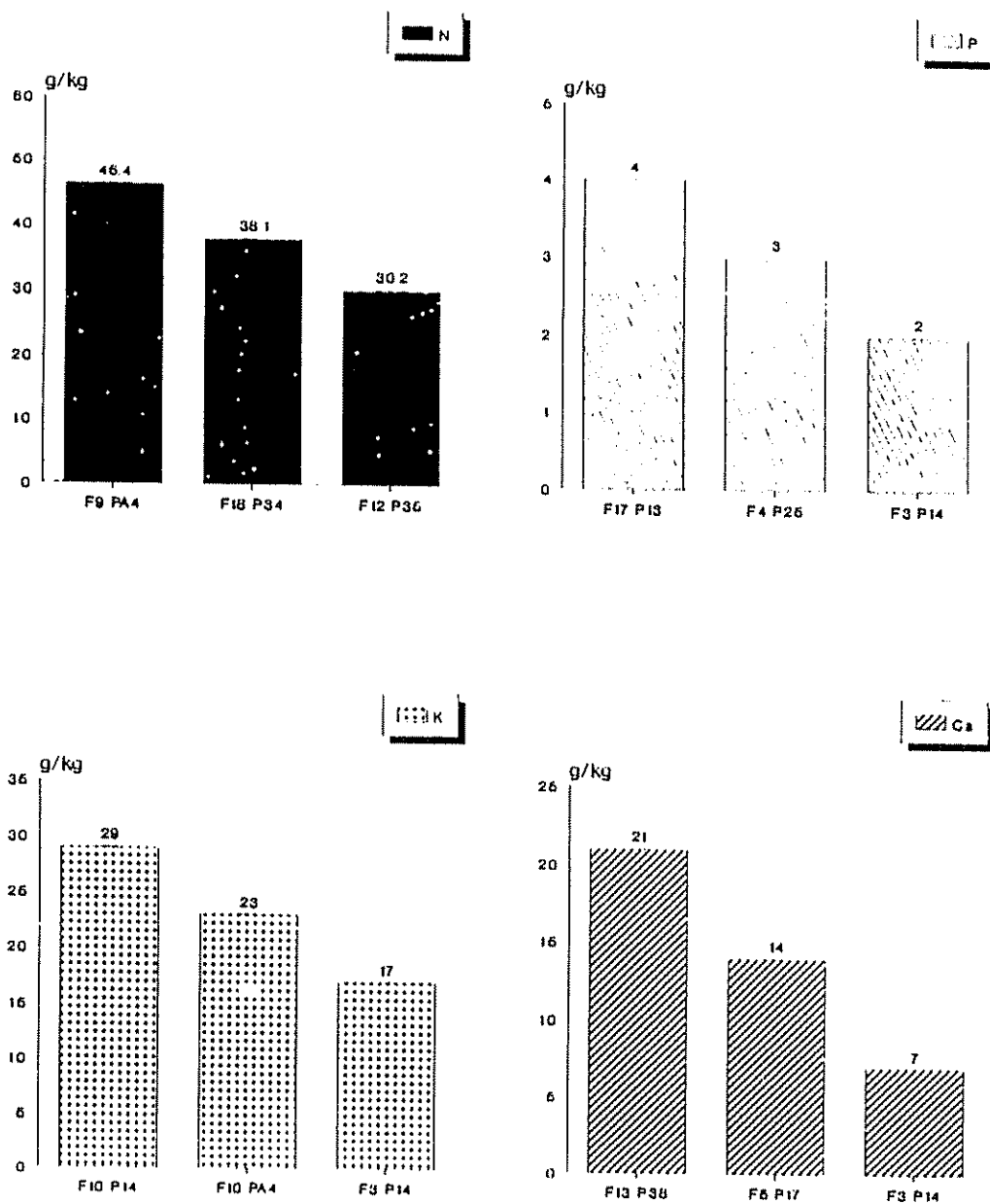


Fig. 5. Familias de *G. sepium* que obtuvieron los valores máximos, medios y mínimos de nitrógeno, fósforo, potasio y calcio.

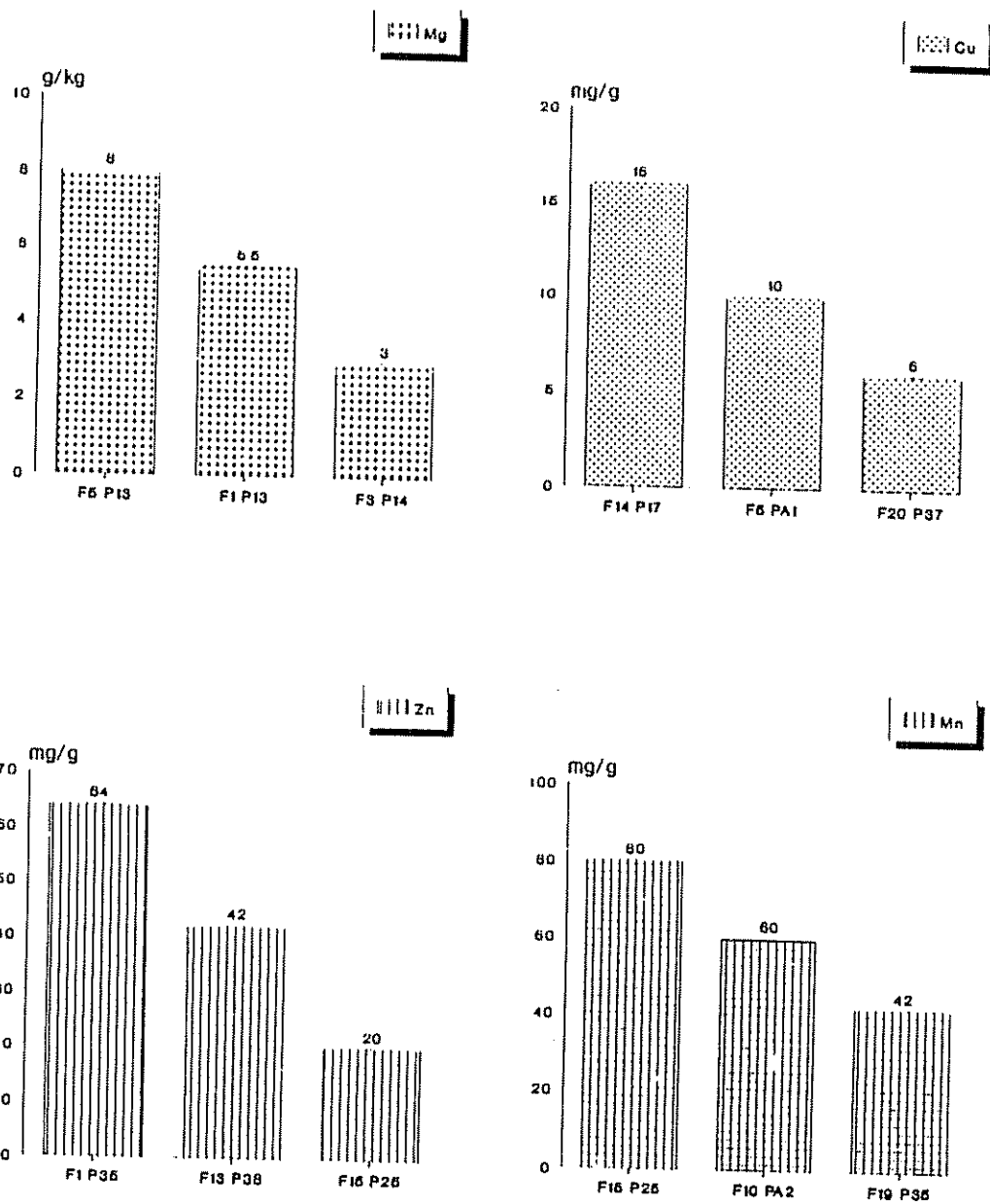


Fig. 6. Familias de *G. sepium* que obtuvieron los valores máximos, medios y mínimos de magnesio, cobre, zinc y manganeso.

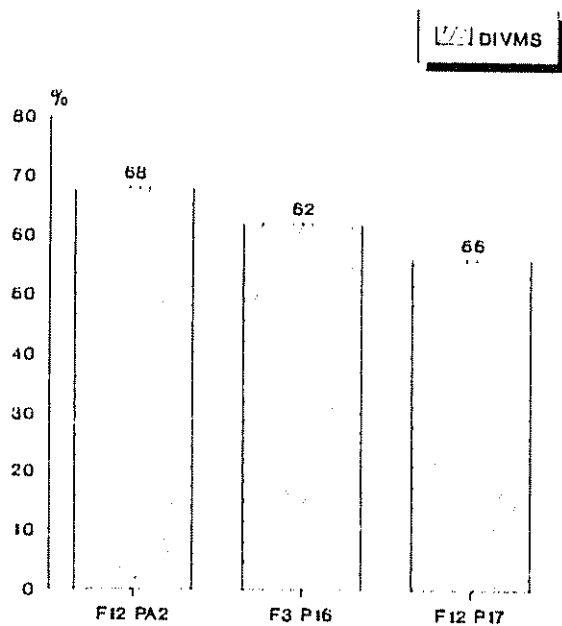
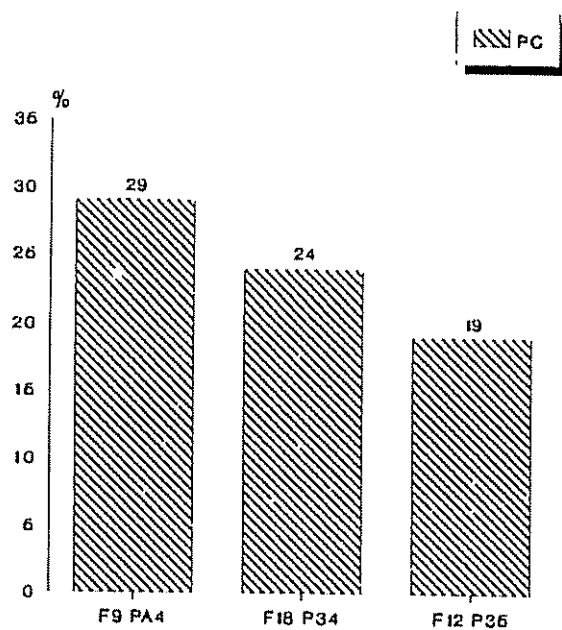


Fig. 7. Familias de *G. sepium* que obtuvieron los valores máximos, medios y mínimos de proteína cruda y digestibilidad in vitro de la materia seca.

Dentro de las procedencias de Costa Rica, se observa variabilidad en el material, de tal forma que muestran grupos con un solo miembro, como la familia 3 de la procedencia de La Garita, Alajuela. Esta procedencia merece especial atención ya que muestra sus familias distribuidas en dos grupos (50% en el grupo 1 y 50% en el 5) a una distancia euclidiana bastante considerable, y separada de las demás procedencias de Costa Rica. Esto puede deberse a que esta procedencia proviene de una zona de vida (Bosque Tropical Húmedo) que se sale del patrón de distribución de las demás (Cuadro 2, Fig.8).

Es interesante notar cómo las procedencias de México, Guatemala, Honduras, Nicaragua y Panamá, agrupan casi el 100% de sus familias en tres o cuatro primeros grupos consecutivos, lo que indica la alta homogeneidad del material dentro de los grupos (Cuadro 8).

Cuadro 8. Distribución de las procedencias en los diferentes grupos. Análisis de agrupamiento, estructura natural.

Procedencias	Grupos						Total
	1	2	3	4	5	6	
A1	2	0	0	1	0	0	3
A2	1	0	2	0	0	0	3
A4	2	0	0	0	2	0	4
13	17	0	2	1	0	0	20
14	13	0	2	0	0	0	15
16	9	1	2	5	0	0	17
17	5	13	1	0	0	1	20
25	10	1	4	0	0	0	15
34	20	0	0	0	0	0	20
35	16	0	2	2	0	0	20
37	12	0	4	0	0	0	16
38	15	0	2	3	0	0	20
Total	122	15	21	12	2	1	173

El primer grupo formado por familias de las 12 procedencias bajo estudio, a este grupo corresponden valores de biomasa de 39,49-70 g/árbol, porcentajes de zinc y manganeso de 20-40 y 42-76,67%, respectivamente. Le sigue, en orden ascendente, el grupo 2 formado por las procedencias Guatemala y Honduras, con valores de biomasa de 66,49-93,49 g/árbol; 20-36,67% de zinc y 76,67-94% de manganeso. Un tercer grupo con valores de 70-93g/árbol, 25-45 y 45-59% de biomasa, zinc y manganeso, respectivamente; el cuarto grupo presentó valores altos de producción de biomasa, manganeso y zinc, en éste se encuentran las familias de la procedencias de Playa Tamarindo, Guanacaste (C.R.); Pedasí, Los Santos, Panamá; Vado Hondo, Chiquimula, Guatemala; Francisco Villa, Chiapas y San Mateo del Mar, Oaxaca de México, siendo éstos de 70-94 g/árbol, 40-50% de Zn y 42-80% de Mn; el quinto y sexto grupo presentaron valores de biomasa de 120 y 100 g/árbol; 35 y 30% de zinc, y 50 y 94% de manganeso, respectivamente; esto puede observarse en la figura 9 la cual muestra la distribución de los grupos en base a las variables que tuvieron más poder discriminante en la formación de los mismos .

El análisis de varianza para los grupos (Cuadro 9) determinó que las variables que influyeron más en la formación de los mismos, fueron biomasa, Zn y Mn ($p < 0.001$). Al resultar biomasa la variable con mayor poder discriminante, puede sugerirse la presencia de individuos superiores dentro de las familias con mayor producción de biomasa como son: La Garita, Alajuela; Finca San Isidro, Guanacaste y Playa Tamarindo, Guanacaste (C.R.); Vado Hondo, Chiquimula y Monterrico, Santa Rosa, Guatemala; Pedasí, Los Santos, Panamá; Belén, Rivas (Nic.); Masaguara, Intibuca, Honduras; Francisco Villa, Chiapas; Palmasola, Veracruz; y San Mateo del Mar, Oaxaca, estas últimas de México.

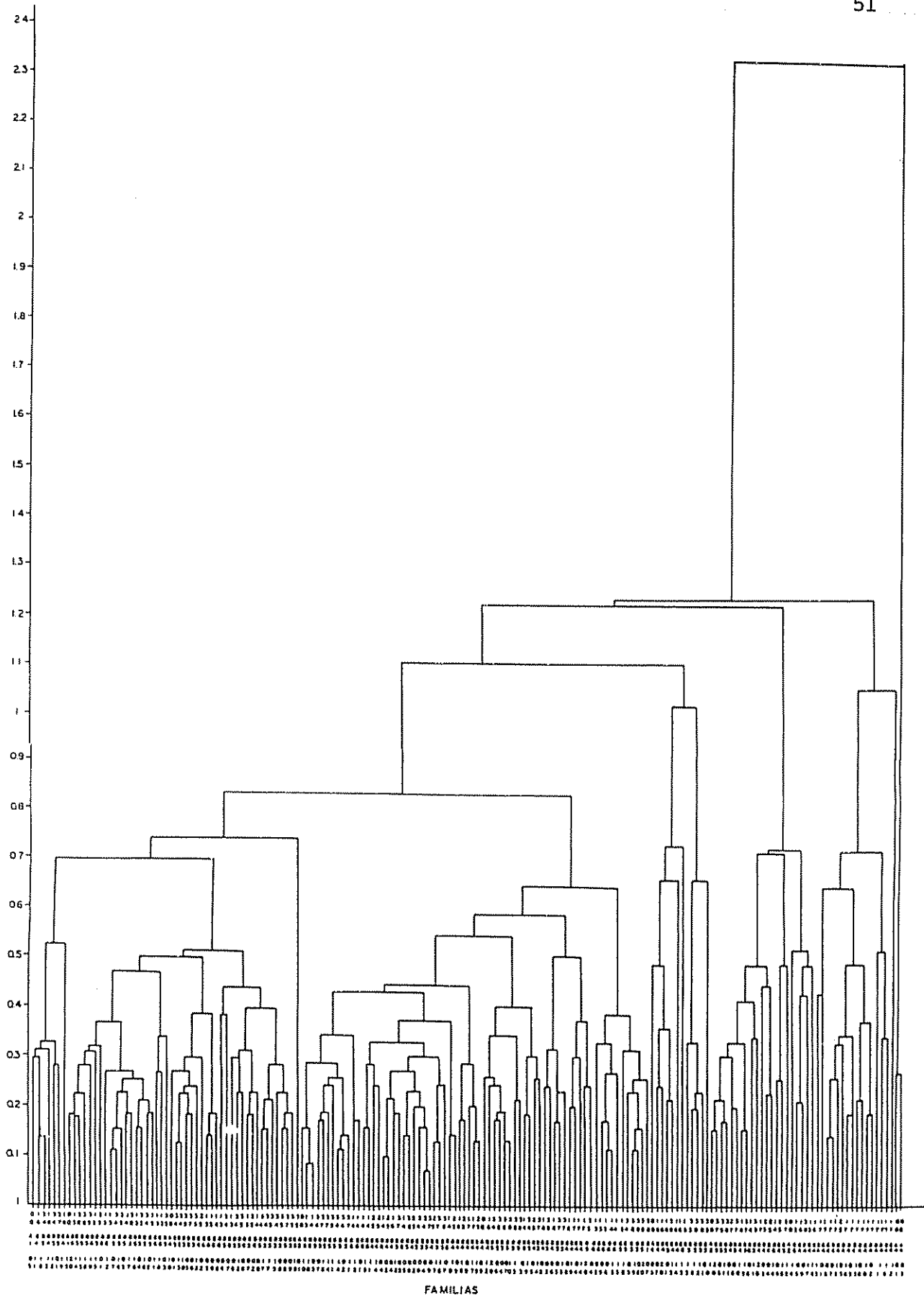


Fig. 8. Dendrograma de las familias de *G. sepium* procedentes de México, América Central y Panamá. Análisis de agrupamiento de la estructura natural.

Cuadro 9. Valores de F para las variables consideradas en el análisis de agrupación.

Variable	F
BIOMASA	49,34**
Zn	40,78**
Mn	33,03**
DB5	11,18**
NMAXF	6,83**
Cu	4,02*
Número de rebrotes	1,91 n.s.
N	1,95 n.s.
P	1,07 n.s.
K	0,52 n.s.
Ca	1,14 n.s.
Mg	0,36 n.s.
DIVMS	1,91 n.s.

Como existe asociación entre producciones altas de biomasa y valores altos de Mn, podría pensarse que la identificación de individuos superiores es posible mediante la selección de familias con altos porcentajes de manganeso, como las procedencias de Playa Tamarindo, Guanacaste (C.R.); Pedasí, Los Sartos, Panamá; Vado Hondo, Chiquimula y Monterrico, Santa Rosa, Guatemala; Masaguara, Intibuca, Honduras; Francisco Villa, Chiapas y San Mateo del Mar, ambas de México.

Con respecto al poder discriminante de las variables Zn y Mn, puede deberse al bajo contenido de estos elementos observado en el análisis de suelo, cuyos resultados promedios por bloque se presentan en el cuadro 10. Considerando que el sitio experimental fue usado anteriormente como pasturas, podría suponerse que fue encalado, práctica que da como resultado contenidos bajos de Zn y Mn en el suelo, al elevar el pH. Los resultados del análisis de suelo se presentan en los cuadros 8 y 9 del apéndice.

- : GRUPO 1
- ☆ : GRUPO 2
- ♥ : GRUPO 3
- ♣ : GRUPO 4
- ◇ : GRUPO 5
- ⊕ : GRUPO 6

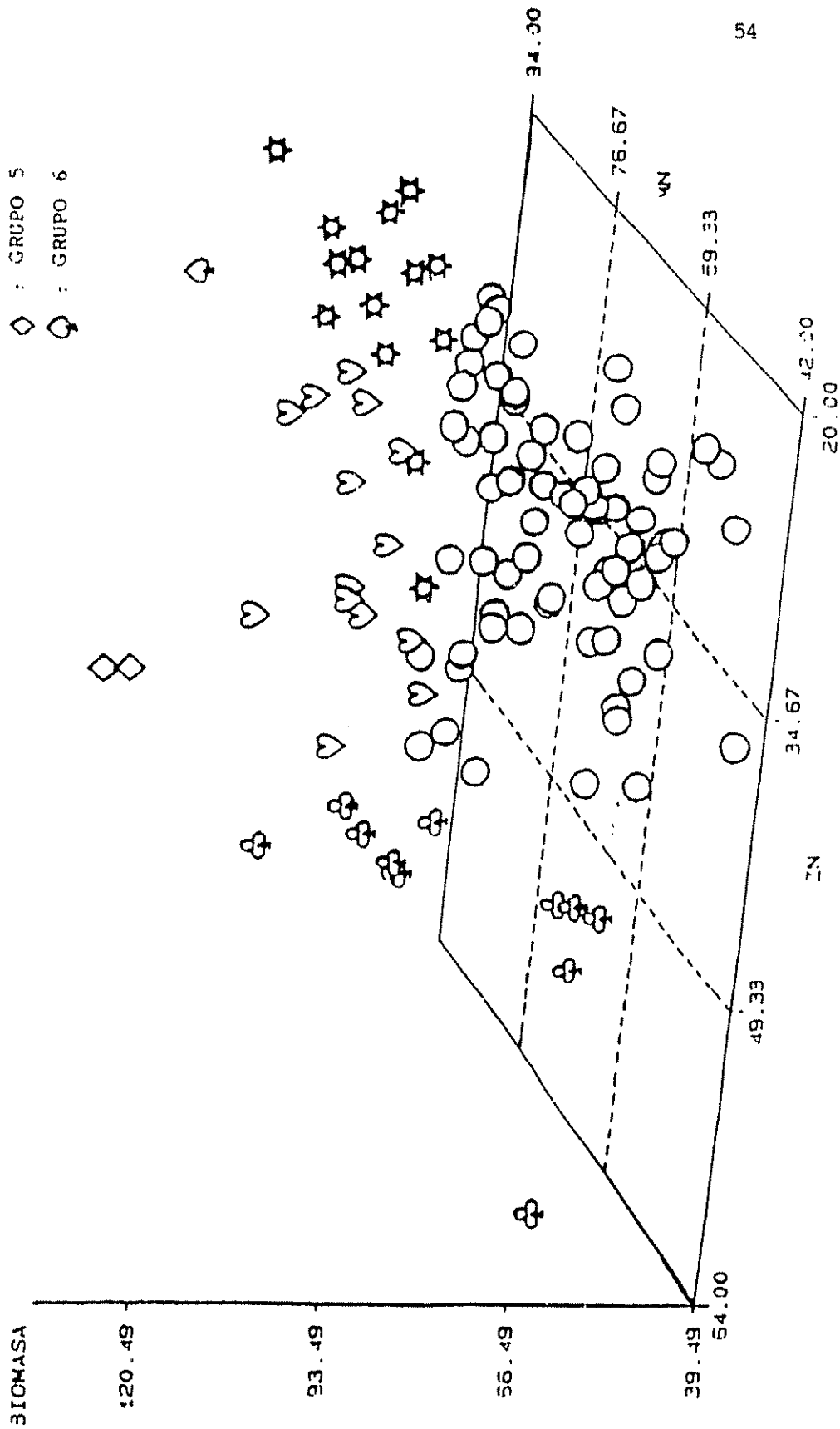


Figura 9 . Analisis de agrupacion natural de familias de *S. sedium*

Cuadro 10. Análisis de suelo del sitio experimental, Estación Experimental "Los Diamantes", Guápiles. Bloque I, II y III. Profundidad 0-20cm y 20-40cm. Valores promedios por bloque.

Bloque	pH	MO -%-	N -g/kg-	P	K ---cmol/l---	Ca	Mg	Acid.Ext	Cu	Zn ---cmol/l---	Mn
Profundidad 0-20cm											
I	5,58	8,69	4,6	40,8	0,17	3,50	0,88	0,37	4,21	1,07	6,77
II	5,58	8,30	3,9	30,7	0,18	2,68	0,75	0,33	3,72	0,80	4,43
III	5,4	10,18	5,1	38,8	0,17	2,63	0,72	0,40	4,24	1,23	7,08
Profundidad 20-40cm											
I	5,92	5,87	2,7	25,8	0,12	3,33	0,51	0,18	3,14	0,68	3,60
II	5,66	6,50	2,7	21,6	0,15	2,54	0,50	0,29	3,54	0,82	2,82
III	5,50	7,11	3,2	15,6	0,10	2,58	0,44	0,33	3,60	0,84	3,50

5. CONCLUSIONES

1. Las procedencias y familias de G. sepium estudiadas, muestran composición química y porcentajes de digestibilidad in vitro de la materia seca similares.
2. Se obtuvieron agrupamientos lo suficientemente diferentes como para asumir que existen genotipos con características propias que pueden tener utilidad para los diferentes Sistemas Agroforestales conocidos.
3. Todas las procedencias, exceptuando la de La Garita, Alajuela (Costa Rica), muestran homogeneidad en el patrón de agrupación dentro de los grupos ya que más del 70% de sus individuos se concentran en el primero y segundo.
4. La procedencia de La Garita Alajuela (C.R.) muestra variabilidad al distribuir sus familias en dos grupos (50% en el grupo 1 y 50% en el 5) a una distancia euclidiana bastante considerable, y separada de las demás procedencias de Costa Rica; además forma grupos con sólo dos familias.
5. Las procedencias de México, Guatemala, Honduras, Nicaragua y Panamá, agrupan casi el 100% de sus familias en tres o cuatro grupos consecutivos, lo que indica la alta homogeneidad del material dentro de los grupos.
6. La identificación de material superior puede ser realizada utilizando información sobre producción de biomasa.
7. La identificación de material superior puede ser posible utilizando información sobre contenido de nitrógeno.
8. Las procedencias de la Finca San Isidro (C.R.) y de Vado Hondo (Guatemala) podrían ser utilizada en ensayos de

alimentación animal por su alto contenido de proteína cruda.

9. Las procedencias de la Finca San Isidro (C.R.) y la de Belén (Nicaragua) deben ser consideradas en ensayos de alimentación animal por su alto porcentaje de digestibilidad in vitro.
10. Las familias de mayor producción de biomasa y alto contenido de nitrógeno, deben ser llevadas a ensayos posteriores con el fin de identificar individuos superiores para uso en sistemas agroforestales.
11. Las variables de digestibilidad, número máximo de folíolos, longitud de la rama más larga, número de brotes, altura total, diámetro basal no tuvieron ninguna influencia en la formación de los grupos.

6. RECOMENDACIONES

1. Hacer estudios de variables morfofisiológicas como coloración y forma de las hojas, calidad de los tejidos, ángulo de las ramas, composición bioquímica (lignina, taninos, etc.) en las procedencias de G. sepium.
2. Como únicamente se hizo la caracterización de composición química de procedencias y familias en el presente estudio, es recomendable hacer el mismo tipo de evaluación a nivel de individuos.
3. Los trabajos de identificación de individuos superiores deben hacerse en base a producción de biomasa y contenido de nitrógeno, calcio y magnesio.
4. El material debe ser evaluado en condiciones de trópico seco para conocer la capacidad de éste bajo esas condiciones en donde la suplementación protéica tendrá un impacto mayor que en trópico húmedo.
5. Hacer estudios a largo plazo con material seleccionado para identificar individuos superiores que no sufran el proceso de defoliación esperado en el período de dormancia de la especie.

7. BIBLIOGRAFIA

- AKEN'OVA, M.E., SUMBERG, J.E. 1980. Observations of the pollination system of *Gliricidia sepium*. Nitrogen Tree Research Report (EEUU) 4:29-30.
- AMARA, D.S. 1987. Evaluation of *Gliricidia sepium* for agroforestry in Sierra Leone. In. *Gliricidia sepium* (Jacq.) Walp. Management and improvement: Proceeding of a workshop sponsored by: NFTA and CATIE. Turrialba (C.R.). NFTA special publication 87-01:135-141.
- ANDERBERG, M.R. 1973. Cluster Analysis for applications. Academic Press, New York. 359 p.
- ATTA-KRAH, A.N. 1987. Research on *Gliricidia* germplasm evaluation and improvement in West Africa. In. *Gliricidia sepium* (Jacq.) Walp. Management and improvement: Proceeding of a Workshop Held at CATIE, Turrialba, Costa Rica. June 1987. NFTA Special Publication 87-01: 146-161.
- ATTA-KRAH, A.N. 1987. Flowering and seed production of *Gliricidia sepium*. In. *Gliricidia sepium* (Jacq.) Walp. Management and improvement: Proceeding of a workshop sponsored by: NFTA and CATIE. Turrialba (C.R.). NFTA special publication 87-01: In. *Gliricidia sepium* (Jacq.) Walp. Management and improvement: Proceeding of a workshop sponsored by: NFTA and CATIE. Turrialba (C.R.). NFTA special publication 87-01:142-145.
- ATTA-KRAH, A.N. and SUMBERG, J.E. 1987. Studies with *Gliricida sepium* for crop-livestock production systems in West Africa. In. *Gliricidia sepium* (Jacq.) Walp. Management and improvement: Proceeding of a workshop sponsored by: NFTA and CATIE. Turrialba (C.R.). NFTA special publication 87-01:31-41.
- BAGGIO, A.J. 1982. Establecimiento, manejo y utilización del sistema agroforestal cercos vivos de *Gliricidia sepium* (Jacq.) Steud, en Costa Rica. CATIE, Turrialba (Costa Rica). Dept. de Recursos Naturales Renovables; Universidad de Costa Rica, San José. Tesis (Mag Sc). 91 p.
- BENAVIDES G, J.E. 1983. Investigación en árboles forrajeros. In Curso Corto Intensivo sobre Técnicas Agroforestales Tradicionales, Turrialba (Costa Rica), 8-18 Nov 1983. Babbar, L. (comp.). CATIE, Turrialba, Costa Rica. 27 p.

- BENITEZ, R.F. y MONTESINOS, J.L. 1988. Catálogo de cien especies forestales de Honduras. Escuela Nacional de Ciencias Forestales, Siguatepeque. 216 p.
- BOREL, R. 1986. Potencial de utilización de árboles leguminosos para la alimentación animal. In. Simposio sobre Necesidades Actuales y Futuras de Alimentos Básicos en Centro América y Panamá, Guatemala DF (Guatemala), 4-6 Jun 1985. Bressani, R. (comp.). Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá, Guatemala DF (Guatemala). p. 381-389.
- BUMATAY, E.C., R.G. Escalada and C.R. Buante. 1987. Preliminary study on the Gliricidia sepium (Jacq.) Walp. germplasm collection in VISCA. Management and improvement: Proceeding of a workshop sponsored by: NFTA and CATIE. Turrialba (C.R.). NFTA special publication 87-01:146-161.
- CALINSKI, T. and HORABOSZ, J. 1974. A dendrite method for cluster analysis. Communication in Statistics. 3:1-27.
- CAREW, B.A.R. [sf]. Gliricidia sepium as a sole feed for small ruminants. ILCA, Ibadan (Nigeria). 6 p.
- CENTRO AGRONOMOICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ESEÑANZA. 1986. Silvicultura de especies promisorias para producción de leña en América Central; resultados de cinco años de investigación. Serie Técnica. Informe Técnico No. 86. p. 145-158.
- _____. 1988. Informe Técnico Anual Proyecto AFN. Turrialba (CR.).
- CHEEKE, P.R. and RAHARJO, Y.C. 1987. Evaluation of Gliricidia sepium forage and leaf meal as feedstuffs for rabbits and chickens. In. Gliricidia sepium (Jacq.) Walp. Management and improvement: Proceeding of a workshop sponsored by: NFTA and CATIE. Turrialba (C.R.). NFTA special publication 87-01:193-198.
- DACCARETT, M. y BLYDENSTEIN, J. 1968. La influencia de árboles leguminosos y no leguminosos sobre el forraje que crece bajo ellos. Turrialba Vol. 18(4):405-408.
- DIAZ-ROMEU, R. 1977. Determinación de nitrógeno total en suelos por el método semi-micro-kjeldahl. CATIE, Turrialba. 2p. Mimeografiado.
- DIAZ ROMEU, R. y HUNTER, A. 1978. Metodología de muestreo en suelos, análisis químico de suelo y tejido vegetal e investigación en invernadero. Turrialba, C.R., CATIE, Proyecto Centro Americano de Fertilidad de Suelos. 62 p.

- DOW, M. 1984. Multipurpose trees and development. (En). Bostid Development, Washington, DC, EUA. v.4(1): p. 10-14.
- EIJK-BOS, Clara van; MORENO, L. A. 1986. Barrerass vivas de Gliricidia sepium (Jacq.) Steud. (matarratón) y su efecto sobre la pérdida de suelo en terrenos de colinas bajas-Urabá (Colombia). Ed. Luis Enrique Vega González. Bogotá. Convenio CONIF-Holanda/CONPOURABA. 16p. (Conit informa No. 6).
- ESPINOZA B., J.E. 1984. Caracterización nutritiva de la fracción nitrogenada del forraje de Madero Negro Gliricidia sepium y Poró Erytrina poeppigiana. Tesis de M.Sc. CATIE Costa Rica, Turrialba. p. 23 y 73.
- FALVEY F., J. 1982. Gliricidia maculata - a review. The International Tree Crops Journal (Inglaterra) 2(1):1-14.
- FORD, L.B. 1987. Experiences with Gliricidia sepium (Jacq.) Walp., in the caribbean. In. Gliricidia sepium (Jacq.) Walp. Management and improvement: Proceeding of a workshop sponsored by: NFTA and CATIE. Turrialba (C.R.). NFTA special publication 87-01:3-7.
- GLOVER, N. 1986. Gliricidia sepium (Jacq.) Steud germplasm collection, conservation and evaluation. Tesis Mag. Sc. Hawaii University. 69 p.
- GLOVER, N. 1987. Variation among provenances of G. sepium (Jacq.) Walp. and implication for genetic improvement. In. Gliricidia sepium (Jacq.) Walp. Management and Improvement. Proceeding a workshop Held at CATIE, Turrialba, Costa Rica, June 1987. NFTA Special Publication 87-01: 168-173.
- HERNANDEZ N., M.J. 1988. Efecto de las podas al final de la época lluviosa en cercos vivos de piñón cubano (Gliricidia sepium) sobre la producción y calidad nutritiva de la biomasa en la época seca. Tesis de M.Sc. CATIE Costa Rica, Turrialba. p.
- HOLDRIDGE, L.R. y POVEDA A., L. 1975. Arboles de Costa Rica. Vol I: palmas, otras monocotiledóneas arbóreas y árboles con hojas compuestas o lobuladas. Centro Científico Tropical. San José (C.R.) p. 372.
- HUGHES, C.E. 1987. International provenance trial of Gliricidia sepium. Trial Protocol. Oxford, Commonwealth Forestry Institute. 30 p.

- HUGHES, C.E. 1986. Progress in collection and evaluation of NFT germplasm from Central America. Nitrogen Tree Research Reports (E.E.U.U.) 4:49-51.
- JOHNSON, C.M. and ULRICH, A. 1967. Analytical methods for use in plant analysis. California Experimental Station Bulletin no. 4. 22 p.
- JONLLAP, R. 1989. Ensayo de procedencias y familias de Gliricidia sepium (Jacq.) Steud. de México, América Central y Panamá. Tesis de M.Sc. CATIE Costa Rica, Turrialba. 128 p.
- KASS, M. L. y RODRIGUEZ, G. 1986. Métodos de análisis en pastos y forrajes. Curso de Posgrado M-142. Laboratorio de Nutrición Animal, Departamento de Producción Animal. CATIE (C.R.). 48 p.
- KASS, M. L. y RODRIGUEZ, G. 1987. Preliminary studies on silage making from Gliricidia sepium (Madero negro). In. Gliricidia sepium (Jacq.) Walp. Management and improvement: Proceeding of a workshop sponsored by: NFTA and CATIE. Turrialba (C.R.). NFTA special publication 87-01:201-204.
- KASS, D.L. and JIMENEZ H.,M. 1986. Effect of applying prunings of Gliricidia sepium to maize and beans on an Oxidic dystropept in San Carlos, Costa Rica. In. Nitrogen Fixing Tree Research Reports (EUA). v. 4:11-12.
- KENNEY, W.A. 1987. The early survival and growth of sixty Gliricidia sepium (Jacq.) Walp. clones in a Costa Rican clone bank. In. Gliricidia sepium (Jacq.) Walp. Management and improvement: Proceeding of a workshop sponsored by: NFTA and CATIE. Turrialba (C.R.). NFTA special publication 87-01:185-189.
- LENNE, J.M. and SUMBERG. 1986. Two foliar diseases of Gliricidia sepium. In. Nitrogen Fixing Tree Research Reports (EUA). v. 4:11-12.
- LITTLE JUNIOR, E.L. 1982. Common fuelwood crops; a handbook for their identification. Mongantown, West Virginia, Communi-Tech Associates. 345 p.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERIA. 1985. Gliricidia sepium (Rev. de Lit.). Componente de investigación técnica. San José (C.R.). Documento de trabajo No. 22. 10 p.
- MORA H, E. 1983. Introducción al estudio de la variabilidad fenotípica de "madero negro" Gliricidia sepium (Jacq.) Steud. CATIE, Turrialba (Costa Rica). Dept. de Recursos Naturales Renovables. 50 p.

- MORENO, A.H. 1985. Agroforestry system with *Gliricidia sepium*. In. Advances in Agroforestry Research. Proceeding of a seminar Sep 1-11th, 1985. Ed. J.W. Beer, H. W. Fassbender and J. Heuveldop. Turrialba (C.R.) p.189-196.
- MULLER, L. 1961. Un aparato micro-kjeldahl simple para análisis rutinarios rápidos de materia vegetales. Turrialba 11(1):17-25.
- NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES, USA. 1980. Firewood crops: shrubs and tree species for energy production. Washington, D.C., USA. p. 44-45.
- _____. 1978. Nutrient requirements of domestic animals: nutrient requirement of dairy cattle. Washintong, D.C. p. 37-51. 1^a ed.
- NAVARRO P., C. y REICHE G., C.E. 1986. Análisis financiero de una plantación familiar de *Gliricidia sepium* en Guanacaste, Costa Rica. In. Técnicas de Producción de leña en fincas pequeñas y recuperación de sitios degradados por medio de la silvicultura intensiva, 1985. Ed. Rodolfo Salazar. Turrialba (C.R.) CATIE. p. 391-399.
- OTAROLA T, A. y UGALDE A, L.A. 1983. Productividad y tablas de biomasa de *Gliricidia sepium* (Jacq.) Steud. en bosques naturales de Nicaragua. CATIE, Turrialba (Costa Rica). Dept. de Recursos Naturales Renovales. Proyecto Leña y Fuentes Alternas de Energía, IRENA/CATIE/ROCAP. 39 p.
- QUEME B., G.A. 1987. Comportamiento inicial de 12 procedencias de *Gliricidia sepium* (Jacq.) Steud en tres localidades de Guatemala. Thesis Unv. de San Carlos de Guatemala 65 p.
- RODRIGUEZ, Z.; BENAVIDES, J.E.; CHAVES, C. Y SANCHEZ, G. 1987. Producción de leche en cabras estabuladas alimentadas con follaje de madero negro (*Gliricidia sepium*) y de poro (*Erythrina poeppigiana*) y suplementadas con plátano pelipita (*Musa* sp. cv. pelipita). In. *Gliricidia sepium* (Jacq.) Walp.: Management and improvement. Proceedings of a Workshop Sponsored by: The Nitrogen Fixing Tree Association and CATIE, Turrialba, Costa Rica. Octubre 1987. NFTA Special Publication 87-01: 212-215.
- SAIZ DEL RIO, J.F.; BORNEMISZA, E. 1962. Análisis químico de suelos. Métodos de laboratorio para diagnosis de fertilidad. IICA/CTEI, Turrialba. 107 p.

- SALAZAR F, R. 1983. Lineamientos generales para el manejo y evaluación de biomasa y leña en cercas nuevas de Gliricidia sepium. CATIE, Turrialba (Costa Rica). Dept. de Recursos Naturales Renovables. 8 p.
- SALAZAR F, R. 1984. Propagation of Gliricidia sepium. CATIE. Turrialba (C.R.). 9 p.
- SALAZAR F, R. 1986. Genetic variation in seeds and seedlings of ten provenances of Gliricidia sepium (Jacq.) Steud. Forest Ecology and Management (Holanda) 16 (1-4):391-401.
- SANCHEZ, J.F. 1989. Análisis de la estabilidad y dinámica de sistemas de producción de cultivo en callejones. Tesis de M.Sc. CATIE Costa Rica, Turrialba.
- SANCHEZ, G.A. and PAYNE, L. 1987. Survey of the cultural practices and uses of Gliricidia sepium by farmers in Costa Rica. In. Gliricidia sepium (Jacq.) Walp. Management and improvement: Proceeding of a workshop sponsored by: NFTA and CATIE. Turrialba (C.R.). NFTA special publication 87-01:8-13.
- SARLE, W.S. 1983. Cubic clustering criterion. SAS Technical Report A-180, Cary, NC: SAS Institute Inc. 51 p.
- SAS. 1987. PC DOS SAS/STAT. Release 6.03. Copyright 1987 by SAS Institute Inc., Cary, NC 27512-800, USA.
- SUMBERG, J.E. 1985. Collection and initial evaluation of Gliricidia sepium from Costa Rica. Agroforestry Systems. 3: 357-361.
- TILLEY, J. and TERRY, K. 1963. A two stage techniques for the in vitro digestion of forage crops. Journal of the British Grassland Society. 18(2):131-163.
- VARGAS, B.; HUGO, E.; PABLO, G. and ELVIRA, S. 1987. Composición química, digestibilidad y consumo de leucanea (Leucaena leucocephala) madre de cacao (Gliricidia sepium) y caulote (Guazuma ulmifolia). In. Gliricidia sepium (Jacq.) Walp.: Management and improvement. Proceedings of a Workshop Sponsored by: The Nitrogen Fixing Tree Association and CATIE, Turrialba, Costa Rica. Octubre 1987. NFTA Special Publication 87-01: 217-222.
- VEGA, L.E.; van EIJK-BOS, C. and MORENO, L.A. 1987. Alley cropping with G. sepium (Jacq.) Walp. ("Mata ratón") and its effect on the soil losses on hillslopes in Uraba, Colombia. In. Gliricidia sepium (Jacq.) Walp. Management and improvement: Proceeding of a workshop

sponsored by: NFTA and CATIE. Turrialba (C.R.). NFTA special publication 87-01:68-70.

VERA, G. 1987. Estado actual de la investigación en *Gliricidia sepium* (Jacq.) Walp en México. In. *Gliricidia sepium* (Jacq.) Walp. Management and improvement: Proceeding of a workshop sponsored by: NFTA and CATIE. Turrialba (C.R.). NFTA special publication 87-01:14-19.

WIERSUM, F. and DIRDJOSOEMARTO, S. 1987. Past and current research with *Gliricidia* in Asia. In. *Gliricidia sepium* (Jacq.) Walp. Management and improvement: Proceeding of a workshop sponsored by: NFTA and CATIE. Turrialba (C.R.). NFTA special publication 87-01:20-28.

WITSBERGER, D.; CURRENT, D.; ARCHER, E. 1982. Arboles del parque Deininger. Ministerio de Agricultura y Ganadería, San Salvador. 336 p.

8. APENDICE

Cuadro 1A. Nombres comunes de Gliricidia sepium.

PAIS	NOMBRE COMUN
Costa Rica	Madero negro, madre de cacao
Cuba	Piñon amoroso, piñon florecido bien vestido, piñon violento desnudo florecido
Filipinas	Kakawati, marikakau, cacante
El Salvador	Palo de hierro, cacahuanance, padilla, madre de cacao
Guatemala	Madre cacao
Guyana Inglesa	Quick-stick
Guadalupe	Gliceridia, gliricidia madre de cacao, cacagua, Madero negro, madriado
Honduras	
Indias occidentales	Yerba di tonka, mataratón, ratonera
Indonesia	Kihujan, gamal
India	Glyricidia
Islas Virgenes	Pea-tree
Jamaica	Quick-stick, St.Vincent plum
México	Cacahuanancehe, cocoite, sayab
Nicaragua	Madriado, madre de cacao, madero negro, madero colorado
Panamá	Bala, balo, madera negra
Puerto Rico	Madre de cacao
República Dominicana	Piñón cubano, palo de parque
Trinidad	Nicaragua cacao-shade, madura

Fuente: Glover, N. (1986).

Cuadro 2A. Composición química de muestras foliares de familias dentro de procedencias de Gliricidia sepium de Costa Rica.

Proc/Fam	N	P	K	Ca	Mg	Cu	Zn	Mn	P.C.	DIVMS
	-----g/kg-----				-- mg/g--				-----%-----	
P. Tamarindo, Guanacaste										
05	39,4	2,8	27,5	12,8	4,8	10	34	66	24,63	62,04
07	38,5	2,5	23,9	12,9	4,0	10	48	60	24,06	56,51
15	41,2	2,6	28,5	13,4	5,0	10	40	56	25,75	60,69
Finca San Isidro, Guanacaste										
01	44,2	2,5	24,9	14,8	4,5	8	30	60	27,63	63,39
10	41,6	2,5	24,7	15,6	5,0	8	32	60	26,00	62,01
12	43,8	2,6	25,1	15,1	4,9	10	40	54	27,38	68,46
La Garita, Alajuela										
01	42,1	2,5	25,9	14,9	5,2	8	36	54	26,31	63,81
03	41,2	2,4	24,4	15,5	4,7	10	38	60	25,75	61,60
09	46,4	2,5	24,8	14,9	5,1	6	36	56	29,00	63,92
10	41,6	2,5	23,2	15,5	6,4	8	32	62	26,00	58,37

Cuadro 3A. Composición química de muestras foliares de familias dentro de procedencias de Gliricidia sepium de Panamá.

Proc/Fam	N	P	K	Ca	Mg	Cu	Zn	Mn	P.C.	DIVMS
	-----g/kg-----					-- mg/g --			-----%	
Pedasí, Los Santos										
01	38,5	2,7	26,4	14,9	5,5	8	28	54	24,06	58,44
02	36,8	2,6	24,1	15,5	5,1	14	24	56	23,00	62,82
03	36,8	2,6	23,2	14,6	4,8	12	22	56	23,00	61,19
04	37,6	2,7	24,5	16,0	4,6	12	24	52	23,50	66,53
05	38,5	2,8	25,2	14,9	8,3	10	26	48	24,06	63,33
06	40,3	2,8	24,4	15,0	7,2	8	26	54	25,19	66,95
07	38,1	2,8	24,1	13,5	6,4	8	30	52	23,81	67,10
08	38,5	3,0	24,4	14,8	6,2	10	28	48	24,06	62,57
09	39,4	3,0	25,0	15,7	6,7	10	26	50	24,63	62,42
10	38,5	2,9	23,6	15,6	6,5	8	32	58	24,06	62,42
11	39,8	2,9	22,4	15,2	6,3	6	30	48	24,88	64,51
12	39,4	3,0	24,4	16,0	5,4	12	32	56	24,63	59,58
13	37,6	2,9	23,6	14,7	5,8	10	46	48	23,50	64,47
14	38,9	3,0	23,1	13,8	5,7	4	36	50	24,31	61,65
15	38,5	2,9	25,9	14,4	6,0	6	30	46	24,06	63,12
16	38,1	2,8	26,5	12,8	5,1	8	36	52	23,81	60,69
17	38,5	3,9	25,1	13,8	4,8	12	36	42	24,06	61,57
18	40,3	3,1	23,3	14,2	5,0	8	32	46	25,19	62,60
19	39,4	3,1	22,8	16,1	5,0	10	40	48	24,63	62,92
20	39,4	3,1	25,2	13,4	4,9	8	38	54	24,63	63,23

Cuadro 4A. Composición química de muestras foliares de familias dentro de procedencias de Gliricidia sepium de Nicaragua.

Proc/Fam	N	P	K	Ca	Mg	Cu	Zn	Mn	P.C.	DIVMS
	-----g/kg-----					-- mg/g --			-----%	-----
Belén, Rivas										
01	38,9	4,6	25,1	14,8	5,2	10	24	62	24,31	61,80
02	37,7	3,0	27,7	13,3	5,0	12	24	48	23,56	63,39
03	39,4	2,1	17,3	6,9	2,9	10	32	66	24,63	62,21
04	37,7	2,8	23,1	14,5	4,9	8	24	58	23,56	60,85
05	38,9	2,8	25,4	14,6	5,0	10	28	64	24,31	61,89
06	38,5	2,6	23,8	14,6	4,4	12	26	50	24,06	62,92
07	35,0	2,6	26,0	16,1	4,7	10	26	66	21,88	66,20
08	40,3	2,6	24,7	15,2	4,7	12	24	62	25,19	62,20
09	40,3	2,8	25,5	14,6	4,3	10	24	56	25,19	63,34
10	39,8	2,7	29,0	13,4	4,6	10	32	58	24,88	65,14
11	39,8	2,6	26,6	13,1	4,7	10	26	64	24,88	67,93
12	39,8	2,6	24,2	12,3	4,6	10	26	62	24,88	65,36
13	35,0	2,6	27,1	13,2	4,4	10	22	52	21,88	63,10
14	39,8	2,5	26,8	12,7	4,2	10	24	58	24,88	63,34
15	37,7	2,5	26,6	14,6	4,7	12	22	60	23,56	62,58

Cuadro 5A. Composición química de muestras foliares de familias dentro de procedencias de Gliricidia sepium de Guatemala.

Proc/Fam	N	P	K	Ca	Mg	Cu	Zn	Mn	P.C.	DIVMS
	-----g/kg-----					-- mg/g--			-----%	
Vado Hondo, Chiquimula										
02	40,3	2,5	23,8	16,7	5,2	10	40	66	25,19	59,75
03	42,9	2,6	24,7	17,8	5,4	10	50	70	26,81	62,23
04	36,3	2,2	25,3	16,6	5,6	8	28	58	22,69	57,86
05	40,3	2,3	23,0	16,9	7,0	8	34	52	25,19	63,30
06	38,1	2,3	23,6	15,4	5,3	10	38	62	23,81	60,99
07	39,4	2,3	22,5	16,5	5,4	10	50	64	24,63	62,58
08	38,5	2,2	24,6	17,5	5,3	10	36	70	24,06	62,78
09	39,8	2,3	23,0	18,2	5,3	8	26	70	24,88	64,14
10	38,1	2,5	24,0	17,1	5,2	10	32	66	23,81	61,15
11	40,7	2,3	22,5	16,6	6,0	8	36	60	25,44	64,48
12	42,0	2,3	23,1	18,1	5,8	12	36	56	26,25	59,74
13	40,3	2,4	23,3	18,7	5,2	10	52	80	25,19	60,29
14	41,2	2,4	24,0	18,6	5,4	10	52	74	25,75	61,20
15	41,2	2,3	20,8	16,5	4,7	12	32	66	25,75	65,71
16	39,8	2,5	25,5	16,4	5,4	10	38	72	24,88	64,45
19	42,5	2,4	23,6	17,3	5,7	10	46	66	26,56	63,81
20	40,7	2,4	25,0	17,3	5,9	12	50	64	25,44	62,20
Monterrico, Santa Rosa										
01	35,0	2,6	25,7	15,7	5,4	12	26	78	21,88	59,43
02	38,9	2,4	24,2	16,1	5,3	12	22	94	24,31	64,47
03	37,7	2,4	23,3	14,7	5,2	14	26	80	23,56	61,23
04	36,4	2,4	24,5	13,1	4,8	14	32	64	22,75	65,29
05	39,8	2,4	23,4	14,1	5,0	12	26	78	24,88	59,61
06	36,8	2,4	22,6	15,5	5,9	12	24	80	23,00	61,48
07	38,1	2,5	23,0	14,9	5,0	14	26	74	23,81	62,24
08	39,4	2,4	23,6	14,5	5,3	12	22	72	24,63	60,22
09	35,9	2,5	23,6	14,1	4,9	8	22	66	22,44	58,73
10	31,1	2,5	21,7	15,3	5,2	12	20	76	19,44	60,12
11	39,4	2,5	24,1	13,5	4,8	14	28	94	24,63	63,48
12	38,9	2,5	22,2	16,4	4,6	10	26	86	24,31	56,07
13	35,9	2,4	22,1	16,7	5,7	10	22	80	22,44	58,60
14	38,9	2,5	23,1	15,9	5,3	16	28	70	24,31	62,02
15	37,2	2,5	23,7	16,0	4,9	10	34	80	23,25	58,84
16	41,6	2,5	23,5	15,1	5,1	12	28	78	26,00	58,30
17	37,7	2,6	24,5	13,4	4,9	12	24	68	23,56	57,55
18	38,1	2,6	24,7	14,4	5,0	12	26	88	23,81	58,06
19	31,1	2,6	24,9	15,3	5,0	14	36	68	19,44	63,86
20	38,5	2,5	23,3	14,7	5,4	16	28	70	24,06	61,92

Cuadro 6A. Composición química de muestras foliares de familias dentro de procedencias de Gliricidia sepium de Honduras

Proc/Fam	N	P	K	Ca	Mg	Cu	Zn	Mn	P.C.	DIVMS
	-----g/kg-----					-- mg/g --		-----%-----		
Masaguara, Intibuca										
01	39,4	2,7	23,2	15,2	5,2	10	26	60	24,63	61,34
02	38,9	2,9	26,2	15,0	5,5	8	26	58	24,31	61,84
03	35,5	2,8	24,1	13,6	4,4	10	38	68	22,19	61,88
04	37,6	3,0	23,9	16,9	5,3	12	36	66	23,50	64,35
05	38,9	3,0	22,9	15,3	4,9	10	36	62	24,31	64,77
06	38,9	2,9	24,2	15,7	5,0	8	26	62	24,31	67,44
08	38,9	3,1	25,0	16,1	5,1	10	28	60	24,31	64,50
09	39,8	3,1	25,5	15,4	4,8	10	30	58	24,88	61,87
10	38,5	3,0	29,0	15,5	4,7	10	28	66	24,06	67,15
11	40,3	2,9	24,4	14,5	5,3	10	22	64	25,19	65,90
12	37,6	2,8	24,1	14,0	5,0	8	28	66	23,50	63,00
14	37,2	2,6	26,5	13,7	5,2	8	22	60	23,25	62,34
15	38,5	2,7	24,4	15,9	5,3	12	20	80	24,06	63,21
16	38,5	2,9	26,0	13,6	4,5	10	26	68	24,06	62,57
19	37,6	3,0	24,7	15,4	5,5	12	22	68	23,50	59,66

Cuadro 7A, Composición química de muestras foliares de familias dentro de procedencias de Gliricidia sepium de México,

Proc/Fam	N	P	K	Ca	Mg	Cu	Zn	Mn	P,C,	DIVMS
	-----g/kg-----					-- mg/g--			-----g-----	
Playa Azul, Michoacan										
01	38,5	2,1	24,1	20,4	5,1	8	48	66	24,06	63,09
02	40,3	2,3	22,4	19,1	4,6	10	44	62	25,19	62,06
03	42,9	2,3	23,3	18,2	4,7	10	30	52	26,81	60,48
04	40,3	2,5	25,5	17,7	4,7	8	34	54	25,19	61,82
05	40,3	2,2	23,5	19,4	4,8	10	28	64	25,19	61,98
06	39,8	2,4	25,4	16,1	4,5	10	34	56	24,88	58,67
07	38,5	2,5	23,0	19,3	4,6	10	34	52	24,06	61,61
08	41,2	2,2	19,7	18,4	4,1	8	30	50	25,75	56,76
09	40,7	2,4	23,5	16,9	4,1	8	32	52	25,44	61,00
10	40,7	2,6	24,7	18,3	4,2	8	40	56	25,44	58,81
11	39,0	2,4	22,9	18,8	4,5	8	34	58	24,38	60,08
12	40,3	2,4	24,9	19,6	4,6	8	48	52	25,19	60,43
13	38,5	2,4	22,3	21,2	4,6	8	42	60	24,06	61,77
14	39,8	2,4	19,9	19,6	4,2	10	38	52	24,88	59,83
15	42,0	2,5	19,6	18,6	4,6	8	36	58	26,25	62,67
16	41,6	2,5	23,9	19,9	4,9	8	26	60	26,00	57,44
17	40,7	2,4	21,3	19,2	4,6	8	32	54	25,44	59,26
18	38,1	2,4	20,9	19,1	4,7	8	50	50	23,81	60,91
19	39,4	2,3	23,8	18,7	4,6	8	30	52	24,63	58,33
20	39,8	2,4	23,1	18,4	4,3	10	32	46	24,88	58,77
Francisco Villa, Chiapas										
01	37,2	2,4	22,8	16,4	5,6	10	32	70	23,25	60,76
02	40,7	2,3	21,4	15,5	5,4	8	28	62	25,44	59,35
03	39,4	2,4	24,8	15,1	5,8	10	38	60	24,63	60,53
04	36,8	2,4	20,7	14,8	4,7	12	28	60	23,00	60,19
05	39,0	2,4	23,6	15,5	5,8	10	26	62	24,38	59,01
06	36,8	2,4	21,3	14,5	4,9	10	26	62	23,00	60,43
07	39,4	2,4	22,3	15,4	5,3	12	32	60	24,63	58,74
08	38,1	2,5	22,6	15,3	5,7	10	30	60	23,81	62,65
12	38,5	2,5	20,5	15,2	5,3	8	26	62	24,06	58,94
13	40,3	2,6	22,0	15,3	5,3	12	36	60	25,19	56,50
14	39,4	2,6	24,4	14,9	5,2	12	38	62	24,63	59,30
16	44,7	2,5	23,8	15,9	5,8	12	32	62	27,94	63,08
17	36,4	2,4	22,7	16,5	5,7	8	28	58	22,75	62,51
18	41,6	2,3	20,5	16,5	5,3	10	36	62	26,00	61,49
19	40,7	2,4	19,8	16,0	5,1	10	30	64	25,44	62,93
20	38,9	2,2	22,0	13,8	5,3	6	30	62	24,31	61,44

Cuadro 7A. Composición química de muestras foliares de familias dentro de procedencias de *Gliricidia sepium* de México (cont.).

Proc/Fam	N	P	K	Ca	Mg	Cu	Zn	Mn	P.C.	DIVMS
	-----g/kg-----				-- mg/g--				-----%-----	
Palmasola, Veracruz										
01	39,4	2,3	23,2	16,8	6,5	10	30	58	24,63	63,55
02	40,3	2,5	23,3	17,4	6,5	12	32	62	25,19	60,68
03	38,9	2,5	22,1	16,7	5,4	12	32	58	24,31	61,86
04	37,7	2,5	23,8	16,3	5,0	8	28	50	23,56	58,11
05	40,3	2,5	22,3	16,6	4,9	10	32	56	25,19	60,33
06	36,8	2,3	22,8	17,5	5,4	10	28	50	23,00	64,84
07	36,4	2,2	22,0	16,7	5,3	10	32	56	22,75	60,26
08	38,9	2,5	25,9	15,4	5,0	10	32	52	24,31	62,80
09	39,8	2,6	23,6	16,1	5,4	12	29	60	24,88	61,45
10	37,2	2,5	21,5	15,9	4,9	10	28	50	23,25	58,59
11	39,4	2,5	21,4	15,8	5,4	10	28	60	24,63	61,06
12	39,4	2,5	22,8	15,0	5,1	10	38	70	24,63	63,73
13	39,4	2,4	21,6	15,3	5,0	10	30	60	24,63	61,37
14	39,4	2,5	21,8	18,9	5,4	10	26	62	24,63	61,88
15	36,8	2,5	20,9	17,4	4,7	12	34	58	23,00	62,64
16	35,5	2,5	23,5	15,4	5,0	10	30	50	22,19	61,19
17	37,2	2,5	24,1	16,3	4,9	10	30	54	23,25	63,60
18	38,1	2,7	23,3	17,0	4,8	10	34	60	23,81	62,74
19	39,8	2,6	23,9	16,1	4,7	10	34	64	24,88	58,84
20	39,8	2,4	23,7	16,7	4,9	8	34	56	24,88	61,53
San Mateo del Mar, Oaxaca										
01	39,4	3,0	24,2	12,4	4,9	8	64	54	24,63	61,12
02	38,1	3,0	23,4	13,3	5,0	12	32	52	23,81	61,26
03	39,8	2,9	22,0	13,5	4,5	6	26	50	24,88	61,23
04	37,6	2,8	22,8	12,1	4,5	10	34	52	23,50	63,54
05	37,2	2,9	23,7	12,6	4,4	10	32	60	23,25	60,85
06	37,2	2,9	26,0	12,5	4,4	10	28	60	23,25	59,14
07	39,4	3,2	25,7	16,1	5,7	10	26	52	24,63	61,48
08	38,1	3,1	25,8	12,1	4,8	10	30	58	23,81	62,39
09	40,3	3,0	24,4	12,7	4,3	6	30	58	25,19	61,40
10	37,2	3,0	23,0	13,3	5,0	12	30	62	23,25	60,35
11	38,9	3,0	25,5	12,1	4,8	12	26	56	24,31	57,88
12	30,2	3,0	24,4	12,4	4,5	8	24	50	18,88	61,82
13	38,9	3,0	23,7	12,7	4,3	10	48	54	24,31	59,53
14	38,1	2,8	24,6	12,9	4,7	10	32	64	23,81	58,74
15	35,4	2,9	23,9	13,5	4,8	8	34	50	22,13	59,04
16	38,9	3,0	22,7	13,2	4,6	10	34	56	24,31	62,84
17	38,1	3,0	24,2	11,8	4,9	10	30	54	23,81	58,87
18	35,0	2,9	26,4	13,7	4,8	14	36	52	21,88	61,86
19	38,9	2,7	22,8	11,9	4,8	10	36	42	24,31	61,82
20	38,9	2,5	21,1	10,9	4,1	14	28	66	24,31	58,08

Cuadro 8A. Análisis de suelo del sitio experimental, Estación Experimental "Los Diamantes, Guápiles. Bloque I, II y III. Profundidad 0-20cm.

Bloque	pH	MO	N	P	K	Ca	Mg	Acid.Ext	Cu	Zn	Mn
I	5,10	10,45	0,45	5,30	0,17	2,58	0,77	0,50	3,30	1,31	5,40
	5,60	10,32	0,47	3,80	0,19	2,99	0,79	0,30	4,70	1,19	7,80
	5,60	9,11	0,38	3,30	0,13	2,89	0,59	0,30	3,90	0,98	6,50
	5,80	6,83	0,38	1,50	0,21	3,31	0,82	0,35	3,70	0,92	4,20
	5,70	10,18	0,56	3,10	0,11	4,44	1,28	0,30	4,00	1,18	6,10
	5,80	10,58	0,48	4,20	0,09	4,52	0,92	0,25	4,50	1,22	8,10
	5,40	9,70	0,60	4,60	0,16	3,68	0,90	0,45	5,10	1,12	6,70
	5,80	7,64	0,46	2,70	0,17	3,38	0,87	0,30	4,30	0,85	6,10
	5,40	5,02	0,44	6,40	0,28	3,50	1,02	0,50	4,00	1,05	9,00
	5,60	7,03	0,36	5,90	0,21	3,71	0,81	0,40	4,60	0,84	7,80
II	5,30	10,05	0,44	4,80	0,19	3,00	0,78	0,50	4,30	0,76	5,10
	5,20	9,78	0,53	5,60	0,21	3,29	0,99	0,50	4,60	0,97	5,50
	5,80	9,65	0,43	3,60	0,23	3,28	0,87	0,30	4,00	1,00	4,20
	5,60	6,78	0,51	3,10	0,16	3,15	1,11	0,40	3,40	0,96	3,30
	5,90	5,89	0,18	4,50	0,18	1,53	0,50	0,10	4,40	1,02	5,60
	5,70	9,65	0,46	2,40	0,15	1,54	0,49	0,20	4,00	0,84	3,00
	5,70	8,91	0,40	4,30	0,13	3,39	0,78	0,30	4,00	0,84	9,40
	5,60	9,38	0,41	1,20	0,18	2,75	0,74	0,25	3,20	0,53	4,20
	5,40	8,04	0,40	0,50	0,19	2,83	0,68	0,45	2,50	0,51	1,40
	5,60	4,89	0,21	0,70	0,18	2,07	0,64	0,35	2,80	0,58	2,60
III	5,80	9,38	0,45	4,70	0,15	1,93	0,32	0,15	4,10	0,94	8,30
	5,30	11,52	0,51	2,20	0,21	2,78	0,77	0,40	4,40	0,80	9,30
	5,50	8,17	0,49	1,70	0,18	1,70	0,48	0,45	3,90	0,61	4,80
	5,40	12,19	0,50	2,50	0,13	2,28	0,68	0,45	3,70	0,74	7,90
	5,30	9,18	0,54	6,10	0,19	2,41	0,72	0,40	4,50	1,05	6,80
	5,40	13,40	0,70	5,00	0,17	3,12	0,94	0,45	3,20	1,15	8,00
	5,30	7,77	0,43	4,90	0,19	3,19	0,96	0,40	4,30	0,89	6,90
	5,50	11,12	0,49	4,30	0,16	2,63	0,72	0,45	5,10	4,46	7,00
	5,40	8,31	0,58	3,80	0,13	4,13	0,90	0,35	4,00	0,77	5,50
	5,20	10,85	0,45	3,60	0,19	2,20	0,75	0,50	5,20	0,96	6,30

Cuadro 9A. Análisis de suelo del sitio experimental. Estación Experimental "Los Diamantes", Guápiles. Bloque I, II y III. Profundidad 20-40cm.

Bloque	pH	MO	N	P	K	Ca	Mg	Acid.Ext	Cu	Zn	Mn
I	5,90	7,17	0,32	1,90	0,16	3,10	0,45	0,30	3,80	0,88	4,10
	5,80	5,83	0,31	2,50	0,14	2,81	0,56	0,30	3,40	0,65	3,80
	6,00	7,50	0,31	3,60	0,10	2,93	0,49	0,15	3,60	0,94	4,80
	5,80	4,55	0,21	4,40	0,09	3,66	0,58	0,10	1,80	0,61	3,00
	6,00	5,56	0,30	1,30	0,10	3,26	0,59	0,15	3,30	0,67	3,30
	6,00	6,09	0,22	2,40	0,10	2,70	0,29	0,15	3,00	0,62	2,90
	5,90	6,90	0,25	2,10	0,06	4,60	0,57	0,20	3,50	0,75	5,60
	5,90	4,22	0,16	3,80	0,28	3,23	0,48	0,15	2,10	0,54	2,40
	5,90	3,88	0,41	2,10	0,05	4,98	0,53	0,20	4,40	0,54	3,60
	6,00	7,03	0,21	1,70	0,11	1,99	0,51	0,10	2,50	0,62	2,50
II	6,00	5,89	0,25	1,80	0,06	1,74	0,32	0,15	4,00	0,81	3,20
	5,90	6,16	0,22	2,00	0,13	2,68	0,42	0,15	3,40	0,90	3,90
	5,10	7,44	0,29	1,30	0,20	2,79	0,43	0,15	1,50	0,81	1,40
	6,20	2,81	0,07	6,30	0,24	0,85	0,18	0,35	2,20	1,06	1,40
	5,50	11,66	0,52	6,00	0,24	4,04	1,08	0,40	5,40	1,59	7,00
	5,60	6,30	0,30	0,50	0,17	2,63	0,76	0,40	4,50	0,74	2,30
	5,60	5,43	0,25	0,80	0,14	2,52	0,52	0,30	3,60	0,61	2,10
	5,70	7,50	0,34	1,60	0,15	3,10	0,48	0,35	3,40	0,59	2,90
	5,50	5,96	0,19	0,90	0,08	2,49	0,38	0,25	4,40	0,64	2,70
	5,50	5,89	0,23	0,40	0,07	2,54	0,39	0,40	3,00	0,46	1,30
III	5,20	10,99	0,50	1,40	0,06	3,59	0,84	0,45	3,90	1,89	3,80
	5,60	9,92	0,39	0,70	0,11	6,50	0,41	0,25	3,50	0,67	2,50
	5,60	5,02	0,20	1,50	0,17	2,49	0,40	0,20	3,50	0,65	2,20
	5,50	4,49	0,24	2,80	0,05	1,60	0,23	0,30	3,20	0,63	2,90
	5,40	5,69	0,26	1,00	0,06	2,44	0,52	0,40	4,00	1,00	2,70
	5,40	10,05	0,33	2,50	0,17	2,13	0,41	0,30	3,50	1,03	8,50
	5,40	5,22	0,28	1,30	0,14	2,19	0,52	0,30	3,60	0,65	2,70
	5,60	5,76	0,26	1,60	0,06	1,34	0,33	0,45	3,40	0,60	4,40
	5,70	6,97	0,23	1,10	0,05	2,09	0,42	0,25	2,70	0,57	2,10
	5,60	6,97	0,47	1,70	0,14	1,44	0,31	0,35	4,70	0,69	3,20