

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES Y DEL AMBIENTE
ESCUELA DE CIENCIAS FORESTALES
DEPARTAMENTO DE SILVICULTURA

TRABAJO DE DIPLOMA

Ensayo de procedencias y familias de Gliricidia sepium
de México, América Central y Panamá a nivel de vivero.

Autor: Georgina Orozco Sequeira.

Asesor: Ing. Edgar Viquez M.Sc.

Managua, Nicaragua. 1990.

DEDICATORIA

A: Mis padres y hermanos por formar parte de ellos y ellos parte de mí.

A: Mi esposo e hijo.

A: Mis profesores por ser guías en mi formación profesional.

AGRADECIMIENTO

A mi asesor Ing. Edgar Viquez por brindarme sus conocimientos.

A la Dirección de la Escuela de Ciencias Forestales por su apoyo durante el tiempo del estudio.

Al proyecto Estudios de Componentes Agroforestales en Nicaragua por todo su apoyo y confianza.

En especial al Dr. Pedro Oñoro por su asesoría, en los análisis estadísticos.

A Marcia por su apoyo en la elaboración del documento.

A mis amigos Lucía, Matilde, Javier, Roberto, Benigno, Fátima Gracias.

RESUMEN

Gliricidia sepium es una leguminosa arbórea de uso múltiple pertenece a la familia Leguminosae y subfamilia Faboideae o Papilionaceae, es nativa desde México, América Central hasta Panamá.

La evaluación de germoplasma de especies arbóreas se inicia en la etapa de vivero, es aquí donde la planta comienza a mostrar su potencial o sus limitaciones en condiciones determinadas.

Por lo antes señalado el presente trabajo se realizó en el vivero Las Mercedes de la Universidad Nacional Agraria. Evaluándose seis procedencias, sesenta y nueve familias, y un promedio de doce individuos por familia, con los objetivos de establecer y conservar material del rango de distribución natural de Gliricidia sepium. Realizar evaluaciones de la variabilidad genética entre procedencias y familias dentro de procedencias en etapa de vivero.

Se utilizó un arreglo anidado con tres repeticiones, las variables evaluadas fueron: sobrevivencia, altura, diámetro, porcentaje de germinación, número de hojas verdaderas y número máximo de folíolos.

El porcentaje de germinación más alto (92%) se presentó en la procedencia de Monterrico, Santa Rosa, Guatemala y el más bajo (32%) en la de Tzimol, Chiapas, México. El porcentaje de sobrevivencia promedio entre procedencia fue de 91%.

El mayor número de hojas verdaderas y diámetro basal correspondió a la procedencia de Belén, Rivas, Nicaragua (5.5 y 0.36 respectivamente). El valor más bajo lo obtuvo la procedencia de Pedasí, Los Santos, Panamá.

Las mayores alturas se encontraron para la procedencia de Pedasí, (Panamá) y Belén (Nicaragua) con 14.7 y 13.6 cm respectivamente.

El porcentaje de variación entre familias dentro de procedencias para el diámetro basal fue de 51%, en altura de 55%, para el número de hojas verdaderas fue de un 34% y de 32% para la variable número máximo de folíolos.

INDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTO	ii
RESUMEN	iii
INDICE GENERAL	iv
INDICE DE CUADROS	v
INDICE DE ANEXOS	vi
1. INTRODUCCION	1
1.1 Objetivos	3
2. REVISION DE LITERATURA	4
2.1 Características generales de la especie	4
2.1.1 Distribución	4
2.1.2 Clima	5
2.1.3 Suelos	5
2.2 Descripción del árbol	6
2.3 Plagas y enfermedades	7
2.4 Usos	8
2.5 Ensayos de procedencias	10
3. MATERIALES Y METODOS	16
3.1 Descripción del sitio experimental	16
3.1.1 Localización	16
3.1.2 Clima	16
3.2 Descripción del material experimental	17
3.3 Establecimiento del ensayo	20
3.3.1 Germinación de la semillas	20
3.3.2 Repique	20
3.4 Muestreo	22
3.5 Diseño experimental	23
3.6 Análisis estadístico	23

4. RESULTADOS Y DISCUSION	24
4.1 Evaluación a nivel de laboratorio	24
4.1.1 Porcentaje de germinación	24
4.1.1.1 Entre procedencias	24
4.1.1.2 Entre familias	25
4.2 Evaluación a nivel de vivero	30
4.2.1 Primera evaluación (30 DDS)	30
4.2.1.1 Diámetro basal a 1cm sobre el suelo	32
4.2.1.1.1 Entre procedencias	32
4.2.1.1.2 Entre familias	33
4.2.1.2 Altura	33
4.2.1.2.1 Entre procedencias	33
4.2.1.2.2 Entre familias	33
4.2.1.3 Número de hojas verdaderas	34
4.2.1.3.1 Entre procedencias	34
4.2.1.3.2 Entre familias	34
4.2.1.4 Porcentaje de sobrevivencia	34
4.2.1.4.1 Entre procedencias	34
4.2.1.4.2 Entre familias	35
4.2.2 Segunda evaluación (60 DDS)	35
4.2.2.1 Diámetro basal a 5cm	39
4.2.2.1.1 Entre procedencias	39
4.2.2.1.2 Entre familias	39
4.2.2.2 Altura	39
4.2.2.2.1 Entre procedencias	39
4.2.2.2.2 Entre familias	40
4.2.2.3 Número de hojas verdaderas	40
4.2.2.3.1 Entre procedencias	40
4.2.2.3.2 Entre familias	40
4.2.2.4 Número máximo de foliolos	41
4.2.2.4.1 Entre procedencias	41
4.2.2.4.2 Entre familias	41
4.2.2.5 Sobrevivencia	41
4.2.2.5.1 Entre procedencias	41
4.2.2.5.2 Entre familias	42

5. CONCLUSIONES	43
6. RECOMENDACIONES	44
7. BIBLIOGRAFIA	45

INDICE DE CUADROS

Cuadro	Pàg.
1. Distribución de la precipitación (mm) promedio por mes del sitio experimental, basado en 31 años de observaciones.	16
2. Localización y distribución de las procedencias de <u>Gliricidia sepium</u> bajo estudio.	18
3. Características del suelo utilizado en vivero. Las Mercedes, Managua. 1990.	21
4. Valores promedios de germinación para cada procedencia de <u>G. sepium</u> .	24
5. Valores promedios y desviación estandar por variable: porcentaje de sobrevivencia en procedencias de <u>Gliricidia sepium</u> , 30 DDS.	30
6. Distancias euclidianas. Análisis discriminante a los 30 DDS en procedencias de <u>G. sepium</u> .	31
7. Distribución natural de los individuos entre procedencias de <u>Gliricidia sepium</u> . Análisis discriminante a los 30 DDS.	32
8. Valores promedios y desviación estandar por variable: porcentaje de sobrevivencia en procedencias de <u>Gliricidia sepium</u> , 60 DDS.	36
9. Distancias euclidianas. Análisis discriminante a los 60 DDS en procedencias de <u>Gliricidia sepium</u> .	37
10. Distribución natural de los individuos entre procedencias de <u>Gliricidia sepium</u> . Análisis discriminante a los 60 DDS.	38

INDICE DE ANEXO

Cuadro 1A. Análisis de varianza para el diámetro basal a 1 cm sobre el suelo 30 DDS. Procedencias y familias de Gliricidia sepium.

Cuadro 2A. Análisis de varianza para altura. Procedencias y familias de Gliricidia sepium a los 30 DDS.

Cuadro 3A. Análisis de varianza para número de hojas verdaderas. Procedencias y familias de Gliricidia sepium a los 30 DDS.

Cuadro 4A. Análisis de varianza para diámetro basal a 5 cm sobre el suelo. Procedencias y familias de Gliricidia sepium a los 60 DDS.

Cuadro 5A. Análisis de varianza para altura. Procedencias y familias de Gliricidia sepium a los 60 DDS.

Cuadro 6A. Análisis de varianza para número de hojas verdaderas. Procedencias y familias de Gliricidia sepium a los 60 DDS.

Cuadro 7A. Análisis de varianza para número máximo de folíolos. Procedencias y familias de Gliricidia sepium a los 60 DDS.

1. INTRODUCCION

Los Sistemas Agroforestales son considerados como sistemas estables y sostenibles para la producción agrícola (OTS/CATIE, 1986). Estos sistemas implican un uso bajo de insumos con un mínimo deterioro del ambiente, los que los hacen ser una alternativa viable para los países en desarrollo.

La mayoría de los sistemas agroforestales utilizan especies arbóreas de la familia leguminosa, siendo muchas de éstas de uso múltiple entre los que se pueden mencionar leña, madera forraje, reciclaje de nutrientes y otros.

Entre los objetivos de investigación del Proyecto "Estudio de Componentes Agroforestales en Nicaragua" financiado por la Agencia Sueca para el Desarrollo (SAREC) y ejecutado por la Escuela de Ciencias Forestales de la Universidad Nacional Agraria (UNA), se prevee la evaluación de germoplasma de diferentes especies de leguminosas arbóreas con el fin de que los sistemas a evaluar sean estables y sostenibles.

Una de estas especies es Gliricidia sepium Jacq. Steud, conocida como madero negro, la cual es de importancia en nuestro país por sus características como árbol de uso múltiple, entre los que se pueden mencionar: forraje, leña, postes para cercas vivas, sombra para cultivos perennes y ganado; y abono verde (Otárola y Ugalde, 1983).

Otárola y Ugalde (1983) encontraron, en estudios realizados en Nicaragua, que G. sepium es el combustible doméstico y material para industria artesanal de uso preferencial para gran parte de la población.

Glicicidia sepium es un árbol de porte bajo, con diámetros no mayores de 30cm, de rápido crecimiento, fácil rebrote y propagación, y muy rentable para el pequeño agricultor.

El amplio rango de distribución natural de esta especie (7°30' latitud norte en Panamá hasta los 25°30' latitud norte en México, Hughes, 1987), hace suponer que existe algún grado de variación genética entre las distintas procedencias.

Por lo antes señalado se realizó el presente estudio de procedencias y familias de Glicicidia sepium a nivel de vivero, sin embargo se continuarán las evaluaciones de este material a nivel de plantación.

La evaluación a nivel de vivero permitirá la obtención de material y explicar variaciones en la etapa de plantación, así como hacer inferencias en base a las características que muestre el material bajo condiciones específicas, y determinar las variables de interés para identificar individuos superiores.

El presente trabajo pretende los siguientes objetivos:

- a) Establecer y conservar material de Glicicidia sepium con una amplia base genética.
- b) Estudiar la variabilidad genética de procedencias y familias Glicicidia sepium en etapa de vivero.

2. REVISION DE LITERATURA

2.1 Características generales de la especie

Gliricidia sepium (Jacq.) Steud., pertenece a la familia Leguminosae y subfamilia Faboideae o Papilionoideae (Little [s.f.]; Salazar, 1984; CATIE, 1986). Algunos de los nombres comunes son: mata ratón, madre cacao y madero negro.

2.1.1 Distribución

Su distribución natural va desde los 7°30' latitud norte en Panamá hasta 25°30' latitud norte en México (Hughes, 1987). Encontrándose en zonas bajas con una estación seca bien definida y ocupando sitios de sucesión temprana y media, tales como dunas costeras, riveras de ríos, llanuras inundadas, y otras áreas disturbadas (CATIE, 1986 y Hughes, 1987)

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

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

2.1.2 Clima

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 periodo seco (diciembre-abril), con temperaturas medias entre 22° y 30°C. Esta especie ha sido introducida en áreas con precipitaciones medias anuales que van desde los 1500 hasta los 3000 mm (N.A.S., 1984).

Altitudinalmente la especie se encuentra desde el nivel del mar hasta los 1200msnm (Hughes, 1987). Sin embargo se han reportado la presencia de rodales naturales a una altitud de 1450 m en Guatemala (Martínez H.H.A., com. personal).

2.1.3 Suelos

Se encuentra sobre una amplia gama de suelos, que van desde los arenosos puros hasta regosoles rocosos inestratificados y vertisoles negros profundos (Hughes, 1987). Aunque los 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 *Gliricidia sepium* es tolerante a suelos con bajos contenidos de potasio.

2.2 Descripción del árbol

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). Las 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, aunque no se ha comprobado que sean nitrificantes (MAG et al., 1985).

Los árboles de *Gliricidia* pierden 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 el período seco no es definido, 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.

Es de rápido crecimiento, gran capacidad de rebrote y de fácil propagación (Salazar, 1983).

2.3 Plagas y enfermedades

Se han reportado un gran número de plagas y enfermedades en *G. sepium*, entre las que se pueden mencionar *Leptosphaerulina* spp., *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Sacc. y *Carcosporidium gliricidiasia* (Frag. & Cif.) Deighton (Ellis, p 1976), estos hongos afectaron el follaje (Glover 1986, Lenney y Sumber, 1986) y *Sphaerotheca repens* las raíces (Ford, 1987).

Entre las plagas se puede citar a *Orthesia praelonga*, *Euta barberi*, *Aphis liburni* (Ford, 1987), *Aphis crassivora* Kock; *Diaprepes abbreviatus* y *Phostria* sp. (Hernández, M., 1988).

También se ha reportado problemas con roedores (ratas, *Geomys* sp) los cuales descortezan el árbol en la base, tallos o raíz (Jon Llap, 1989; López, 1990).

2.4 Usos

Gliricidia sepium es una especie que tradicionalmente el agricultor la ha usado como leña de buena calidad por ser una madera dura y pesada con densidades aparentes de 0.855 g/cc (Witsberger Current y Archer, 1982); sin embargo, valores cercanos a 0.67 g/cc son reportados más comunmente (Benítez y Montesinos, 1988). 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 basas en la tierra soportando casas de madera (Holdridge y Poveda, 1975). Es altamente resistente a las termitas y a la pudrición (Dow, 1984).

Otro uso que se le da a la especie es como árbol de sombra para los cultivos de cacao, café y té (CATIE, 1986; Otárola y Ugalde, 1983; Moreno, 1985; Down, 1984; Falvey, 1982). En plantaciones de té, *Gliricidia* parece tener la habilidad para controlar la diseminación de la infección de termitas (Falvey, 1982).

Ford (1987), reporta que las raíces de *Gliricidia* son venenosas para ciertos roedores herbívoros presentes en las raíces del cacao. También la semilla o la corteza pulverizada y mezclada con arroz se ha utilizado como veneno para ratas (Ford, 1987).

Se ha usado en 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).

Por el alto contenido de proteína encontrado en el follaje de *Gliricidia* (22-27%), y valores de digestibilidad en un orden de 50-75%, la especie está siendo estudiada en la alimentación de rumiantes (Wiersum, 1987). Sin embargo, se ha demostrado toxicidad para la mayoría de los no rumiantes (Ford, 1987). En Asia, como en otras regiones tropicales, *Gliricidia* es usada extensivamente como una fuente de forraje (Ford, 1987).

También ha demostrado un gran potencial como árbol fijador de nitrógeno en sistemas agroforestales. Puede ser asociada tanto a cultivos anuales como perennes, proporcionando una serie de beneficios como lo son: soporte a los cultivos asociados, abono verde y protección al suelo. Según Kass y Jimenez (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 este mismo experimento los rendimientos en la parcela control disminuyeron con el tiempo y la respuesta a los residuos de Gliricidia fue mayor. Así mismo, el uso de esta especie como barrera viva intercalado con maíz redujo la pérdida de suelo en un 49% y 56% en terrenos con pendientes de 45 y 75%, respectivamente (Eijk-Bos y Moreno, 1986).

2.5 Ensayos de procedencias

Se define como una procedencia al lugar de origen geográfico de donde la semilla o plantulas fueron obtenidas (Zobel y Talbert, 1984). En genética, termino familia no se refiere a una categoria taxonomica, por el contrario se denomina familia a un grupo de individuos que tienen uno o ambos padres en comun (Zobel y Talbert, 1984).

Para que los futuros programas de mejoramiento sean exitosos se requiere conocer la variación existente en la especie, lo cual se logra mediante ensayos de procedencias. La variación que se pueda encontrar es determinada por el rango de distribución natural, la diversidad ambiental y el grado de discontinuidad en su ambito natural (Wright, 1976). Por lo tanto la variación puede ser continua (clinal), debido a la influencia de un gradiente geográfico o discontinua (ecotipo), resultado de la adaptación de las plantas a un ambiente particular (Wright, 1976).

Se ha reportado variación entre procedencias para muchas especies forestales (Wright, 1976; Zobel y Talbert, 1984; Vasquez, 1985; y Chagala y Gibson, 1984).

Salazar (1985) reportó variación entre procedencias de *G. sepium* para el tamaño de las semilla y de diferentes procedencias. Además encontró una tendencia del aumento de peso de semillas conforme aumenta la elevación del lugar de origen.

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.

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 procedencias de Costa Rica e Ibadán (Atta-Krah, 1987).

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 procedencia 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 ejes.

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 y familias de *G. sepium* en condiciones de Bosque Húmedo Tropical en Costa Rica, se reportó variación significativa entre procedencias y familias dentro de procedencias para las siguientes variables: altura, diámetro

procedencias para las siguientes variables: altura, diámetro basal, número de hojas, número de ramas y biomasa en la fase de vivero (Jon Llap, 1989).

El mismo autor evaluó en etapa de plantación las variables altura, longitud de la rama más larga, diámetro basal a 5cm, número máximo de folíolos, número de rebrotes y producción de biomasa; encontrándose que las procedencias de La Garita, Alajuela y la de San Isidro, Guanacaste (C.R.), las que mostraron un mayor desarrollo tanto en vivero como en la plantación, sin embargo la variación fue mayor a nivel de plantación. Se encontró una ligera tendencia lineal entre meses secos y variables de crecimiento.

Mendieta (1989), en un estudio para determinar la composición química de la biomasa de procedencias y familias de *G. sepium*, encontró diferencias en el contenido de N, P, K, Ca, Mn, Mg, Cu, Zn y digestibilidad *in vitro*. Algunas de las procedencias de Costa Rica y Guatemala presentaron mayor contenido de nitrógeno (43g/kg), de igual manera éstas presentaron los porcentajes de digestibilidad más altos (66 y 64%, respectivamente). También se encontró valores diferentes para las variables estudiadas a nivel de familias.

Similarmente, Salazar (1986), encontró diferencias significativas entre 10 procedencias de *G. sepium* para las variables altura total, diámetro basal, peso seco de raíces y biomasa aérea. La variación genética para la fase de vivero fue relativamente baja (menos del 10%).

En un estudio de procedencias establecido en cuatro ambientes ecológicos diferentes se encontró variación significativa entre procedencias y dentro de procedencias en cuanto a parámetros de crecimiento tales como altura y diámetro basal. También se observó que algunas procedencias presentaron un crecimiento superior en todos los ensayos (Glover, 1987).

3. MATERIALES Y METODOS

3.1 Descripción del sitio experimental

3.1.1 Localización

El ensayo se estableció en la Unidad de Producción "Las Mercedes" de la Universidad Nacional Agraria, Managua, Región III de Nicaragua, ubicado en las coordenadas geográficas siguientes: latitud: 12°08'N y longitud 86°10'O.

3.1.2 Clima

El vivero se localiza en un sitio con las siguientes características: Altitud 56msnm; Precipitación promedio anual, 1140 mm, con un período seco de 5 meses (Cuadro 1); Temperatura promedio anual, 27°C, con máximas de 29°C y mínimas de 25°C; Humedad relativa media anual, 76%. Según Holdridge (1978) el sitio experimental corresponde a una zona de vida de transición entre bosque seco tropical a bosque húmedo.

Cuadro 1. Distribución de la precipitación (mm) promedio por mes del sitio experimental, basado en 31 años de observaciones.

MES	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
	1.7	3.4	9.5	6.3	143	185	164	169	220	195	35	67
TOTAL	1140											

3.2 Descripción del material experimental

Para el presente trabajo se utilizó material de semillas recolectado de árboles individuales (familias) en el rango de distribución natural de *G. sepium* (Cuadro 2). La recolección fue realizada por el Instituto Forestal de Oxford (OFI) en colaboración con los bancos de semilla en México, Guatemala, Honduras, Nicaragua, y Panamá.

Cada procedencia 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.

Por la disponibilidad de material se puso a germinar 50 semillas de cada una de las 97 familias de 8 procedencias. Sin embargo las procedencias de Tzimol, Chiapas y la de Palmasola, Veracruz (ambas de México) no se incluyeron en las evaluaciones de vivero ya que presentaron un porcentaje de germinación muy bajo (3 y 13%, respectivamente). Por la misma razón en el bloque III no se incluyeron las familias 11, 13 y 16 de la procedencia de Masaguara, Intibuca (Honduras), y las familias 5 y 15 de Playa Azul, Michoacán (México).

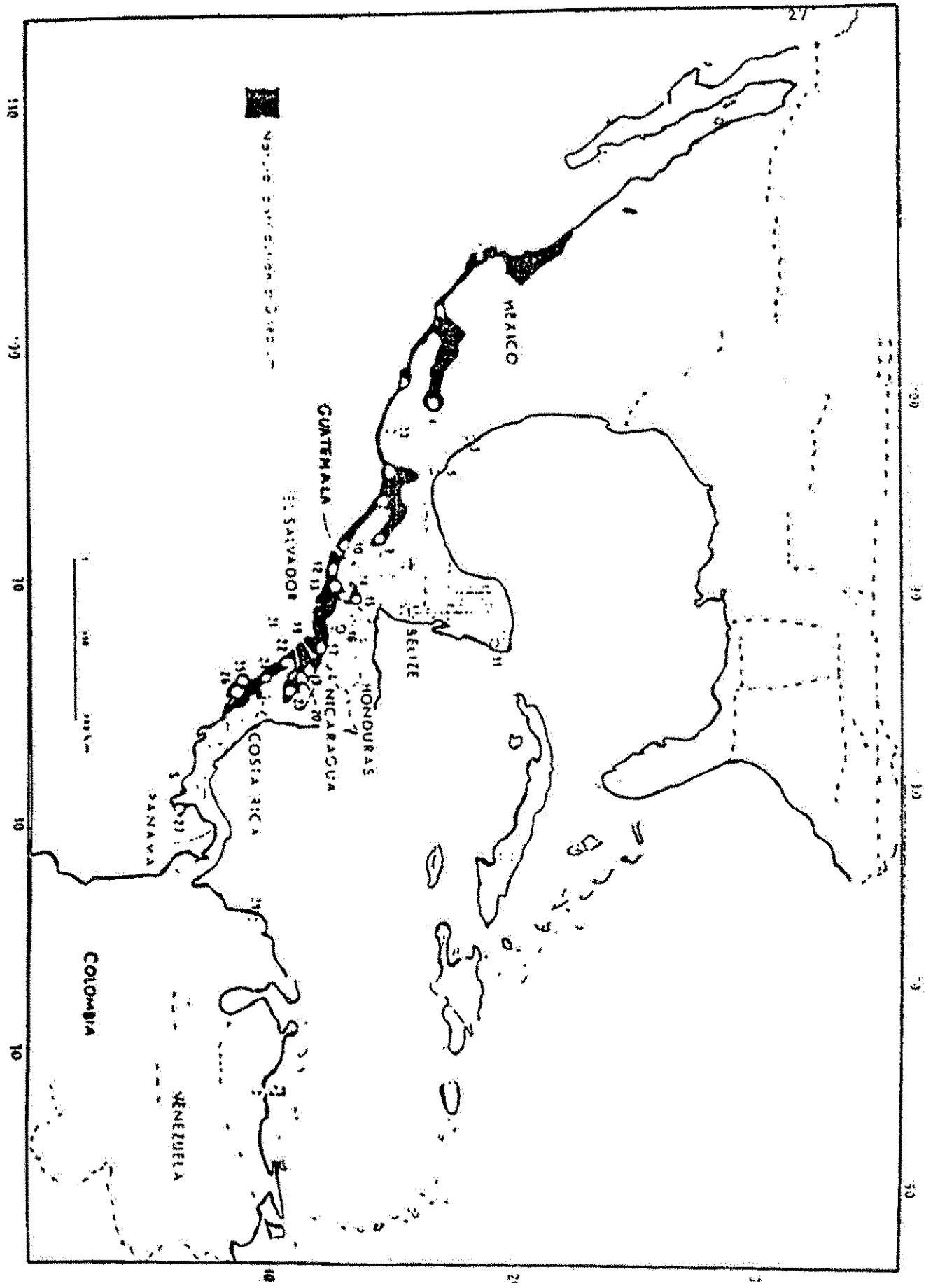
El material experimental se describe en el cuadro 2, señalando localidad de colección, ubicación geográfica, características climáticas del sitio de origen y zona de vida. La figura 1 muestra el rango de distribución natural

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	Fa*	Z.V
38-85 Playa Azul, Michoacán,	México	18°04'	102°34'	030	884	27.5	20	Bms T
25-84 Masaguara, Intibuca	Honduras	14°16'	87°58'	825	1103	25.4	15	Bs T
17-84 Monterrico, Santa Rosa	Guatemala	13°54'	90°29'	5	1714	27.1	20	Bs T
16-84 Vado Hondo, Chiquimula	Guatemala	14°44'	89°30'	450-500	877	25.6	17	Bms T
14-86 Belén, Rivas	Nicaragua	11°37'	85°48'	75	11562	26.5	15	Bs T
13-86 Pedasí, Los Santos	Panamá	7°32'	80°04'	5-10	13512	26.7	20	Bs T

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. sitios de colección del material experimental.



de *Gliricidia* y los sitios de colección. Las progenies son semillas cosechadas de árboles individuales élitos (familias), de cada rodal natural de *Gliricidia sepium* considerado como procedencia.

3.3 Establecimiento del ensayo

3.3.1 Germinación de las semillas

Esta fase se llevó a cabo en el laboratorio de Botánica de la UNA del 17 al 22 de diciembre de 1989, en condiciones normales y aplicando riego por aspersión dos veces al día.

Para acelerar y uniformizar la germinación se escarificó la semilla haciendo una pequeña muesca en la espermodermis con una navaja, luego se pasaron a las cajas germinadoras de madera con un sustrato de arena previamente esterilizada por vapor; las semillas se colocaron en filas separadas con hilos fijados sobre los bordes de las cajas e identificados con sus respectivas claves.

Para el control de *Aspergillus* y *Fusarium* se aplicó el fungicida Bravo 500 (Clorotalonil) al cuarto y séptimo día después de la germinación.

3.3.2 Repique

Una vez que las plántulas alcanzaron 10 cm de altura se hizo el repique a bolsas de polietileno de 12x15cm; éstas se colocaron en tres bloques en los cuales se distribuyeron todos los

individuos totalmente al azar. El suelo que se utilizó en las bolsas presenta las características se muestran en el cuadro 3.

Cuadro 3. Características del suelo utilizado en vivero. Las Mercedes, Managua, 1990.

Textura	pH (agua)	M.O (%)	CIC (meq/100g suelo)
Franco arcilloso	6.4	2.6	41

Las plántulas fueron debidamente identificadas con una etiqueta de plástico en la que se colocó el número correspondiente. Para identificar la ubicación exacta de cada árbol en el vivero se elaboró un mapa con las claves de identificación.

Por la época del año en que se realizó el trabajo fue necesario colocar sombra a las plántulas durante los dos primeros meses, para ésto se utilizó una estructura con bases de postes de madera de 1.5m, en la parte superior se hizo un tejido de alambres sobre el que se colocó hojas de coco.

El riego se hizo manual dos veces al día durante las primeras ocho semanas, luego se redujo gradualmente hasta eliminarse totalmente, también se eliminó la sombra para estimular la formación de tejido lignificado en las plantas.

3.4 Muestreo

Se hicieron dos evaluaciones, al mes (60 días) y a los dos meses (90 días) después de establecido en el vivero. Las variables evaluadas fueron:

1. **Porcentaje de germinación:** se tomó considerando la relación $\text{Número de semillas sembradas} / \text{Número de semillas germinadas}$.
2. **Sobrevivencia (%):** se evaluó considerando la relación $\text{Número de plantas repicadas} / \text{Número de plantas vivas}$.
3. **Altura total (cm):** se midió desde el nivel del suelo hasta el ápice del brote vertical dominante. Se hicieron dos mediciones a los 30 y a los 60 días después del repique.
4. **Diámetro basal (DB):** Se realizaron dos mediciones, una a los 30 días (a 1 cm sobre el nivel del suelo) y la segunda a los 60 días (a los 5 cm), con un calibrador bernier.
5. **Número de hojas verdaderas:** se contó el número de hojas en cada árbol. La medición se tomó a los 30 y a los 60 días después del repique.

6. Número máximo de folíolos (NMAXF): se contó el número máximo de folíolos existente en la hoja compuesta de cada árbol. La medición se tomó a los 60 días después del repique.

3.5 Diseño experimental

Se utilizó un arreglo anidado con tres repeticiones; dentro de cada bloque se distribuyeron al azar las procedencias (6), familias (69) e individuos (un promedio de 12 árboles por familia).

3.6 Análisis estadístico

Para el análisis de la información generada, se usó análisis de varianza, análisis de variables múltiples, análisis discriminante y cálculo de distancias euclidianas, utilizando el Programa SAS (SAS, 1987), con el propósito de conocer la variabilidad genética entre procedencias y familias de *G. sepium*. El modelo estadístico usado es:

$$Y_{ijk1} = U + B_i + P_j + F(j)k + (BP)_{ij} + E_{ijk1} \quad \text{DONDE:}$$

Y_{ijk1} : cualquier variable medida.
 U : efecto de la media poblacional.
 B_i : efecto del bloque i -ésimo.
 P_j : efecto de la procedencia j -ésima.
 $F(j)k$: efecto de la familia k -ésima en la procedencia j -ésima.
 $(BP)_{ij}$: efecto de la interacción bloque*procedencia.
 E_{ijk1} : error experimental.

4. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 Evaluación a nivel de laboratorio

1.1 Porcentaje de germinación

4.1.1.1 Entre Procedencias

Se observó variación en el porcentaje de germinación promedio entre y dentro de procedencias (Cuadro 4). Siendo la procedencia 17-84 de Monterrico, Santa Rosa (Guatemala) la que obtuvo el valor más alto (92%), seguido por las procedencias 14-86 de Belén, Rivas (Nicaragua) y 13-86 Pedasí, Los Santos (Panamá), con valores de 89 y 88%, respectivamente (Figura 2).

Las procedencias que registraron la tasa de germinación promedio más bajas, con un 3 y 13%, fueron 37-85 de Tzimol, Chiapas y 34-85 de Palmasola, Veracruz (ambas de México); éstas no fueron incluidas en la fase de vivero por la poca cantidad de plantas disponibles. Su baja germinación pudo deberse a que las semillas fueron severamente atacada por los hongos *Aspergillus* y *Fusarium*.

Cuadro 4. Valores promedios de germinación para cada procedencia de *G. sepium*.

Procedencia	Familias	Prom.	GERMINACION (%)		
			Máximo	Mínimo	C.V (%)
17-84	12	92	100	69	10.8
14-86	11	89	100	76	8.5
13-86	12	88	96	78	7.5
16-84	13	75	94	41	20.5
25-84	12	65	85	12	37.2
38-85	13	62	84	12	34.8
34-85	12	13	47	0	111.5
37-85	12	3	6	0	92.0

4.1.1.2 Entre familias

Las familias 9 de Belén, Rivas (Nicaragua) y 15 de Monterrico, Santa Rosa (Guatemala) presentaron valores más altos de 100%; los valores más bajos (41 y 50%) los presentaron las familias 13 y 19 de Vado Hondo, Chiquimula (Guatemala), respectivamente.

El rango más amplio de germinación entre familias fue de 69-100%, presentandose en la procedencia 17-84 de Monterrico, Santa Rosa (Guatemala).

La falta de uniformidad en la germinación del material entre familias dentro de procedencias puede deberse no solamente a variaciones genéticas, sino a otros factores que pueden haber influido en mayor proporción como lo son los métodos de recolección, manejo y almacenamiento de la semilla.

En general el porcentaje de germinación fue alto a pesar de que las semillas tenía de 4-6 años de haber sido recolectada, esto pudo deberse al tratamiento pregerminativo empleado, el cual ha dado buenos resultados, aumentando la germinación y uniformizándola, en *Erythrina poeppigiana*, *E. herteriana*, *E. fusca* (Viquez, 1990. Comunicación personal). Glover (1986), determinó que la viabilidad de la semilla disminuye rápidamente después de 12-15 meses de haber sido almacenada.

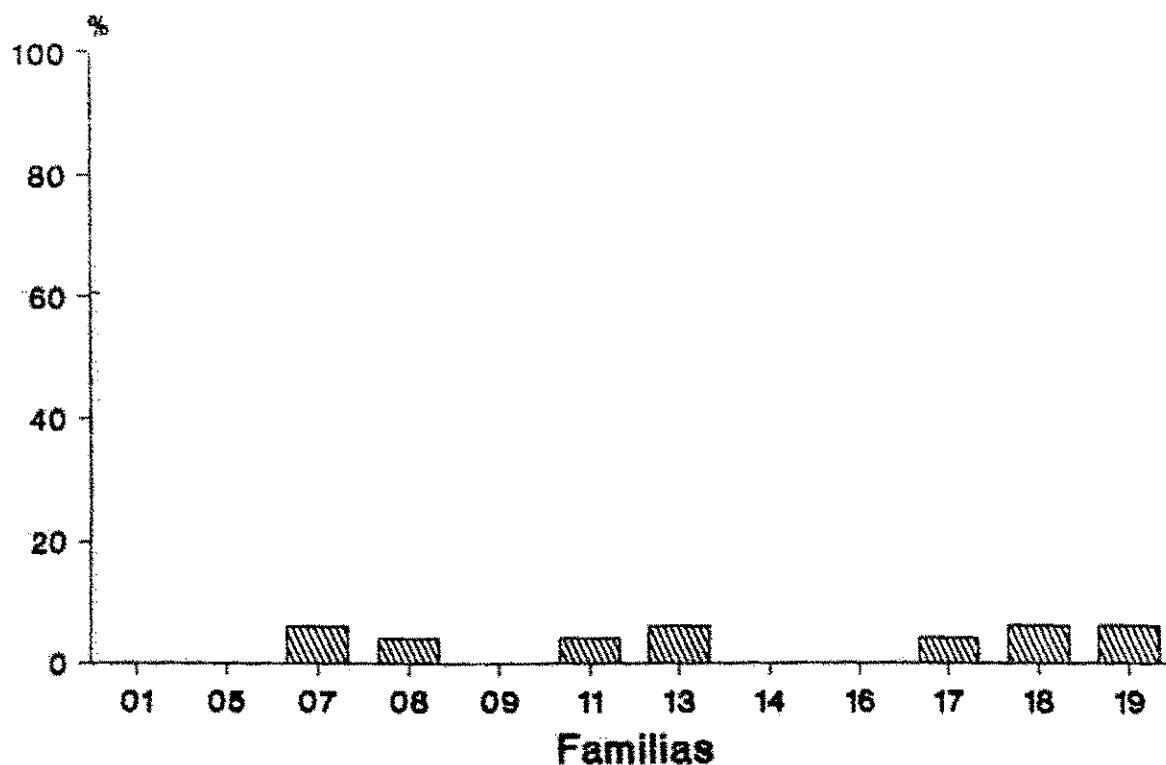


Fig. 2 Porcentaje de germinación de procedencia y familias de Glicicidia sepium de Francisco Villas Chiapas, México.

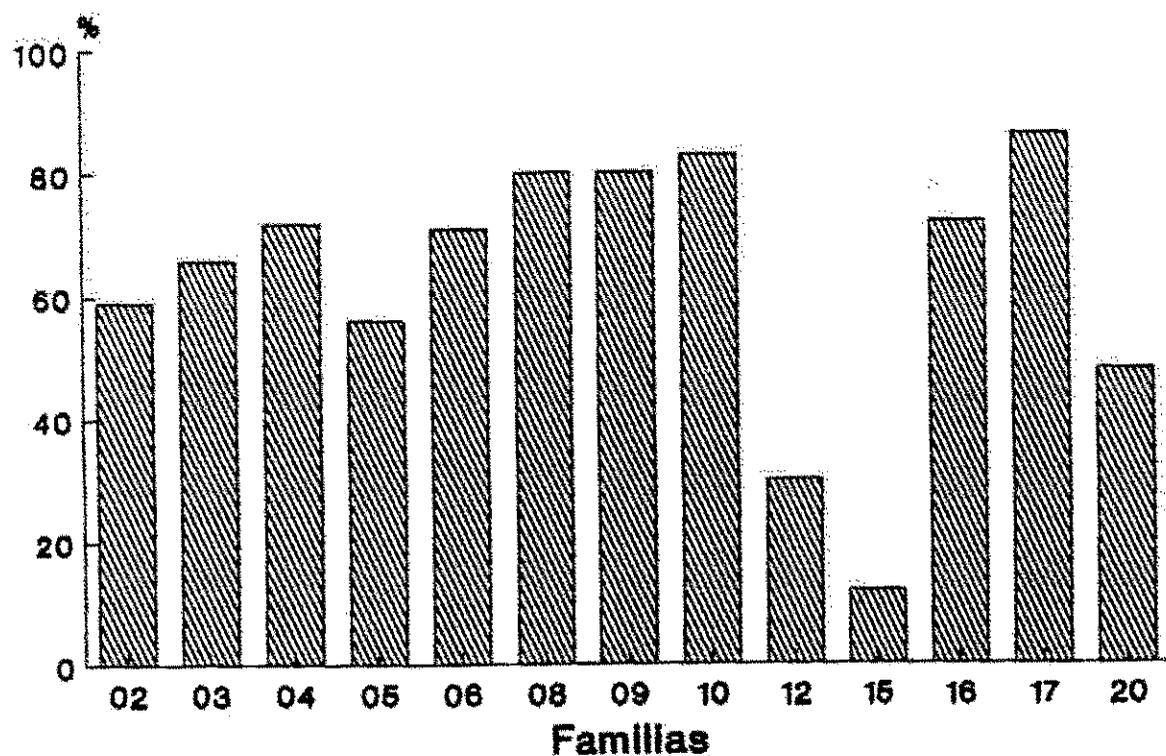


Fig. 3 Porcentaje de germinación de procedencia y familias de Glicicidia sepium de Playa Azul, Michoacán, México.

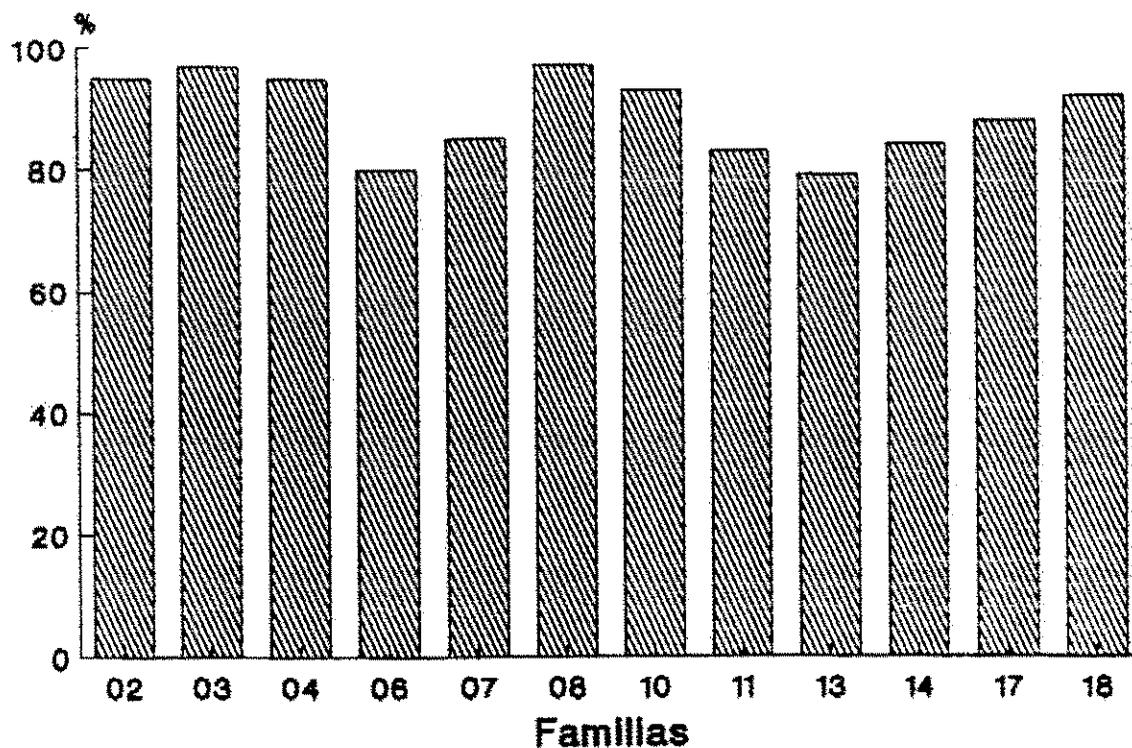


Fig. 4 Porcentaje de germinación de procedencia y familias de Glicicidia sepium de Pedasi, Los Santos, Panamá.

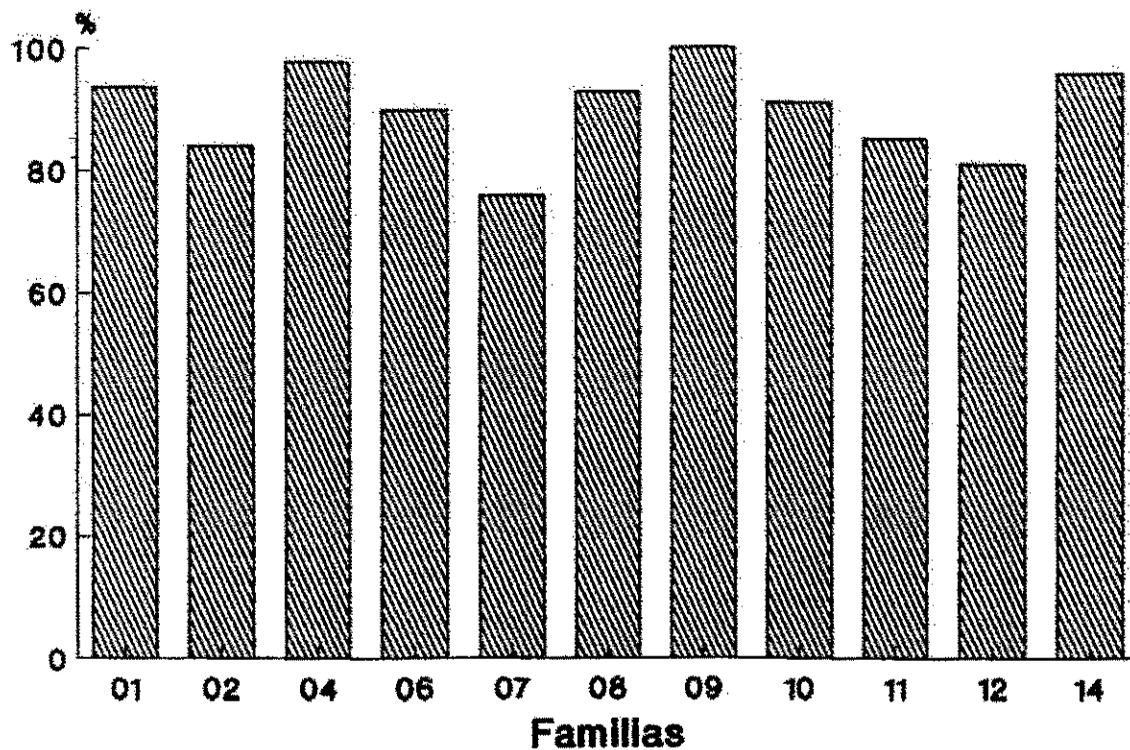


Fig. 5 Porcentaje de germinación de procedencia y familias de Glicicidia sepium de Belén, Rivas, Nicaragua.

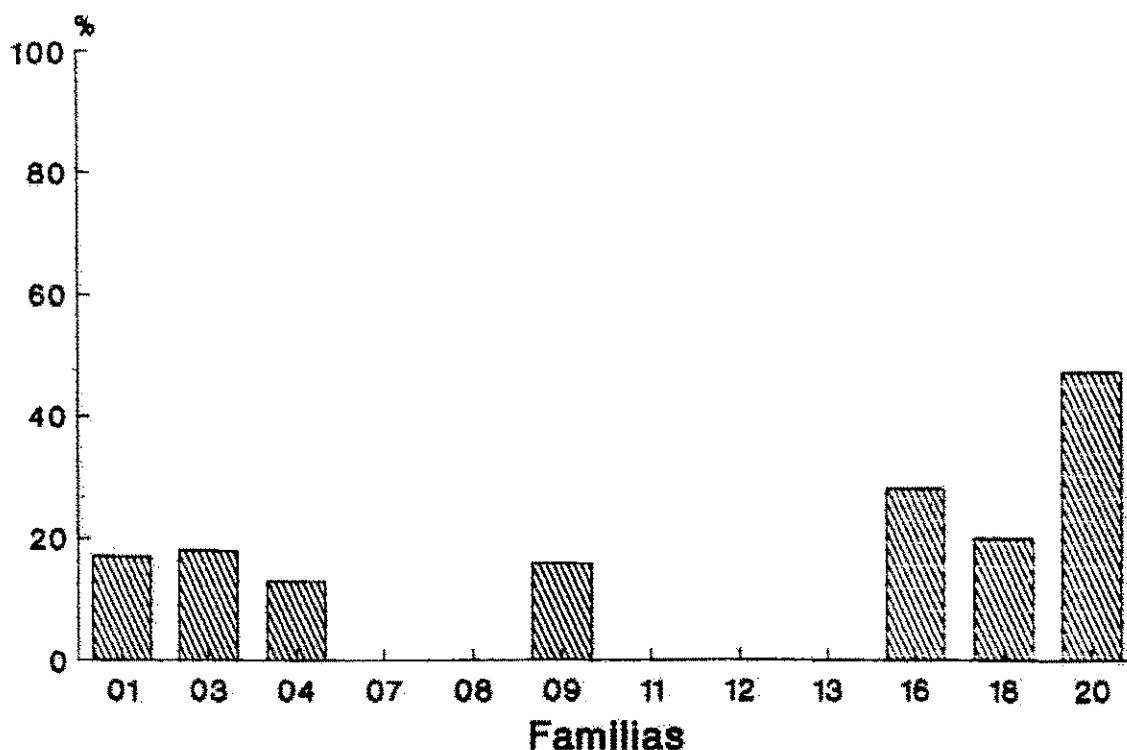


Fig. 6 Porcentaje de germinación de procedencia y familias de Gliricidia sepium de Palmasola, Veracruz, México.

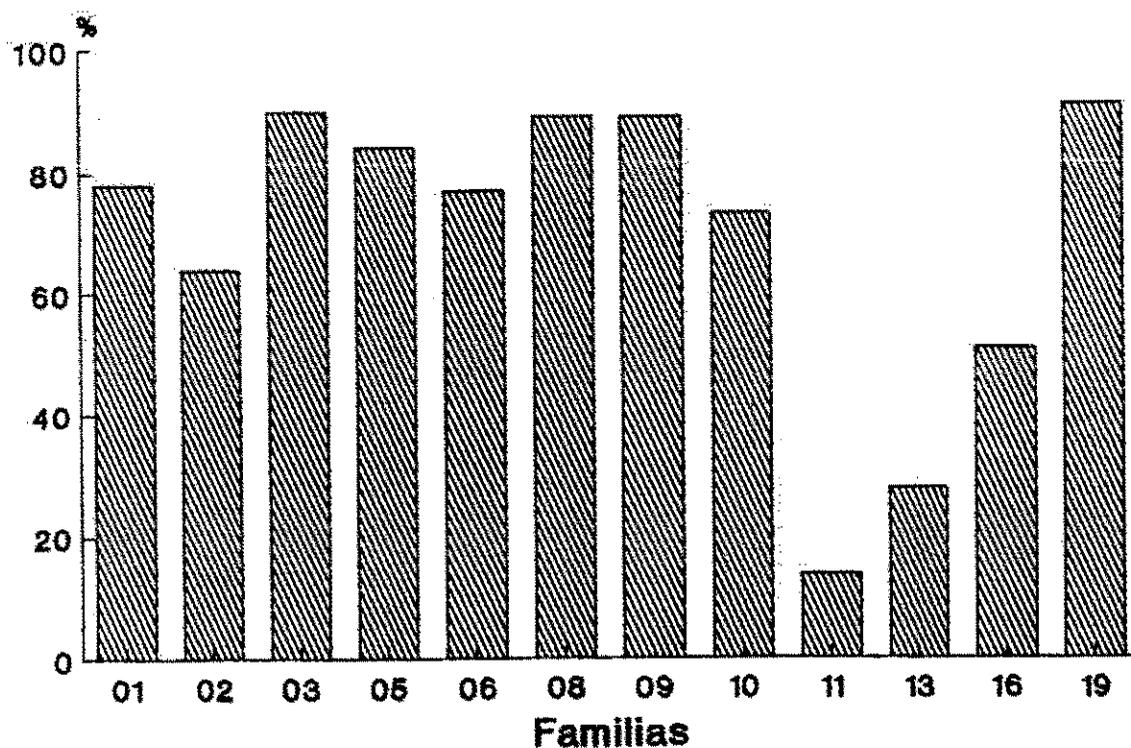


Fig. 7 Porcentaje de germinación de procedencia y familias de Gliricidia sepium de Masaguara, Intibuca, Honduras.

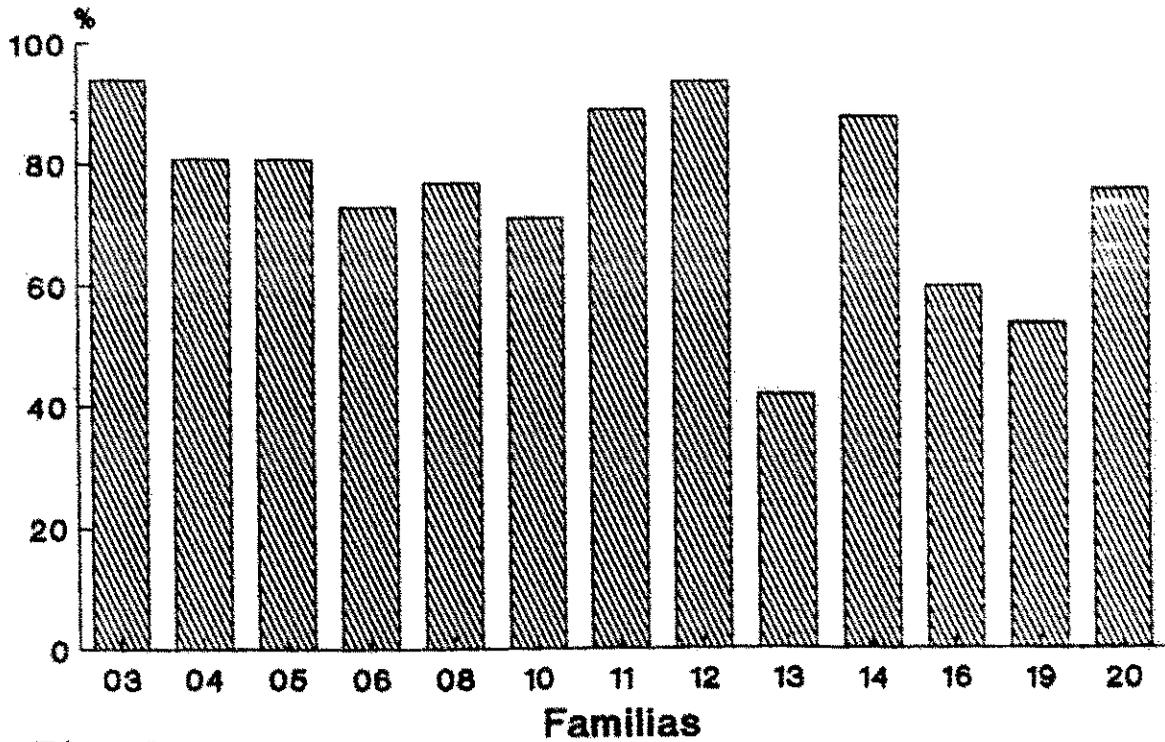


Fig. 8 Porcentaje de germinación de procedencia y familias de Gliricidia sepium de Vado Hondo, Chiquimula, Guatemala.

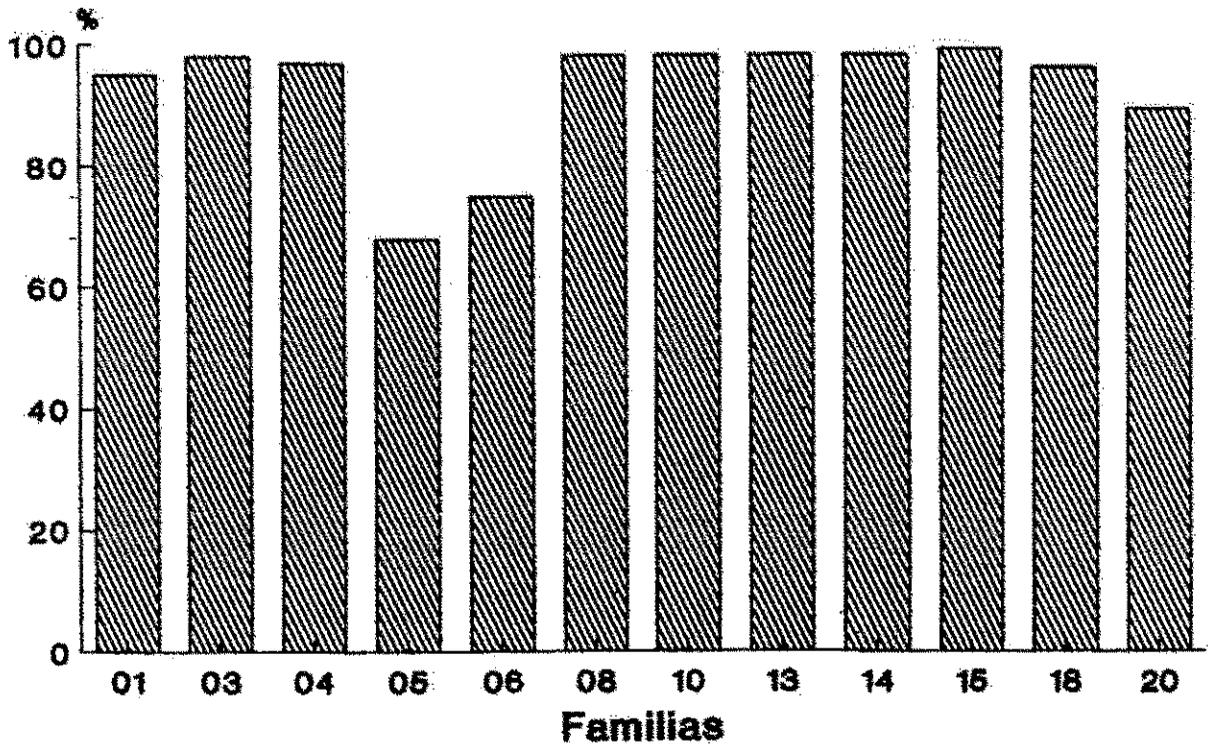


Fig. 9 Porcentaje de germinación de procedencia y familias de Gliricidia sepium de Monterrico, Santa Rosa, Guatemala.

4.2 Evaluación a nivel de vivero

4.2.1 Primera evaluación (30 DDS)

Los valores promedios para las variables que a continuación se describen se presentan en el cuadro 5.

Cuadro 5. Valores promedios y desviación estandar por variable; porcentaje de sobrevivencia en Procedencias de Gliricidia sepium, 30 DDS.

PROC	-----DB5-----		--ALT--		--NHV--		-SOBRE- %	
	N	Media	DS	Media	DS	Mean		DS
13	402	0.31	0.07	8.62	1.96	3.50	0.86	93.30
14	385	0.37	0.08	7.67	1.98	3.75	0.84	98.01
16	265	0.33	0.10	7.05	1.94	3.44	0.86	89.25
17	430	0.32	0.06	7.81	1.80	3.74	0.78	98.73
25	322	0.31	0.07	7.12	1.71	3.63	0.85	91.37
38	226	0.26	0.07	6.65	1.86	3.26	0.92	82.13

Para todas las variables evaluadas el análisis de varianza detectó diferencias altamente significativas entre procedencias y entre familias ($p < 0.0001$). El coeficiente de correlación más alto (0.45) se encontró entre las variables número de hojas verdaderas y altura, ésto podría indicar una respuesta fisiológica de las plantas suponiendo que a mayor área foliar (fotosintéticamente activa), mayor crecimiento. El coeficiente de correlación más bajo (0.29) se encontró entre las variables diámetro basal y altura.

Las distancias euclidianas (Cuadro 6) se determinaron mediante un análisis discriminante, encontrándose que las procedencias más distantes son la de Belén, Rivas (Nicaragua) y

la de Playa Azul, Michoacán (México) con una distancia de 1.68, éste podría indicar diferencia entre las procedencias.

Las procedencias más cercanas fueron las de Masaguara, Intibuca (Honduras) y Monterrico, Santa Rosa (Guatemala), con una distancia de 0.14, lo que puede indicar similitud entre estas procedencias, esto se puede reafirmar considerando que ambas pertenecen a la misma zona de vida (BST).

Cuadro 6. Distancias euclidianas. Análisis discriminante a los 30 DDS en procedencias de Gliricidia sepium.

PROC	13	14	16	17	25	38
13	0	1.41	1.13	0.52	1.06	1.20
14	1.41	0	0.29	0.52	0.50	1.68
16	1.13	0.29	0	0.33	0.14	0.65
17	0.51	0.52	0.33	0	0.14	0.63
25	1.06	0.50	0.14	0.14	0	0.42
38	1.20	1.68	0.65	0.64	0.42	0

La estructura natural de la población indicó que la procedencia de Pedasí, Los Santos (Panamá) es la más homogénea ya que únicamente un 47% de sus individuos se distribuyeron entre las demás procedencias. El valor obtenido por la de Masaguara, Intibuca (Honduras) indica una mayor heterogeneidad ya que el 86% de sus individuos se distribuyeron dentro del resto de procedencias (Cuadro 7).

Cuadro 7. Distribución natural de los individuos entre procedencias de Gliricidia sepium. Análisis discriminante a los 30 DDS.

De la PROC	13	14	16	17	25	38	Total
13	212 52	47 12	32 8	46 12	18 4	47 12	402 100%
14	80 21	181 47	49 13	36 9	21 5	17 5	384 100%
16	39 14	95 36	46 17	21 8	20 8	44 17	265 100%
17	125 29	79 18	56 13	66 15	60 14	44 11	430 100%
25	45 14	84 26	55 17	37 12	45 14	56 17	322 100%
38	41 18	17 8	46 20	23 10	18 8	81 36	226 100%
Total	542	503	284	229	182	289	2029
Porcentaje	26.71	24.79	14.00	11.29	8.97	14.24	100

4.2.1.1 Diámetro basal a 1 cm sobre el suelo

4.2.1.1.1 Entre procedencias

Las procedencias de Belén, Rivas (Nicaragua) y Vado Hondo, Chiquimula (Guatemala), mostraron los valores más altos (0.37 y 0.33cm, respectivamente); los más bajos (0.30 y 0.27cm) fueron encontrados en las de Pedasí, Los Santos (Panamá) y Playa Azul, Michoacán (México). Para esta variable se encontró un porcentaje de variación del 30% (Cuadro 5).

4.2.1.1.2 Entre familias

Los valores más altos se obtuvieron en las familias 6 de Belén, Rivas (Nicaragua) y la 12 de Vado Hondo, Chiquimula (Guatemala), con 0.42 cm para ambas. Los valores más bajos los presentaron las familias 8 y 12 de Playa Azul, Michoacán (México) con 0.22 y 0.24cm, respectivamente.

4.2.1.2 Altura

4.2.1.2.1 Entre procedencias

Las procedencias de Pedasí, Los Santos (Panamá) y la de Monterrico, Santa Rosa (Guatemala) mostraron los valores más altos de 8.6 y 7.8cm, respectivamente. Los valores más bajos se registraron en las procedencias de Vado Hondo, Chiquimula (Guatemala) con 7.0cm y la de Playa Azul, Michoacán (México) con 6.6cm.

4.2.1.2.2 Entre familias

Los valores máximos se encontraron en las familias 18 y 4 de Pedasí, Los Santos (Panamá) con valores de 9.2 y 9.0cm, respectivamente. Las familias 12 y 6 de Playa Azul, Michoacán (México) mostraron los valores más bajos (5.9 y 5.0cm, respectivamente).

4.2.1.3 Número de hojas verdaderas

4.2.1.3.1 Entre procedencias

Los valores promedios más altos se registraron en las procedencias de Belén, Rivas (Nicaragua) y Monterrico, Santa Rosa (Guatemala) con 4 hojas/plántula. El más bajo (3 hojas/plántula) se encontró en la de Playa Azul, Michoacán (México) y Vado Hondo, Chiquimula (Guatemala).

4.2.1.3.2 Entre familias

La familia 12 de Vado Hondo, Chiquimula (Guatemala) presentó el valor promedio más alto (4 hojas/plántula), y el más bajo (2 hojas/plántula) fue encontrado en la familia 20 de Playa Azul, Michoacán (México).

4.2.1.4 Porcentaje de sobrevivencia

4.2.1.4.1 Entre procedencias

Las procedencias de Monterrico, Santa Rosa (Guatemala) y la de Belén, Rivas (Nicaragua) mostraron el mayor porcentaje con 98.7 y 98%, respectivamente. El valor más bajo (82%) se presentó en la de Playa Azul, Michoacán (México).

4.2.1.4.2 Entre familias

El porcentaje de sobrevivencia se presentó en un rango de 58-100%.

Entre las familias que presentaron 100% de sobrevivencia se encuentra la 14 de Belén, Rivas (Nicaragua); la familia 10, 13 y 14 de la procedencia de Monterrico, Santa Rosa (Guatemala); la familia 5 de Playa Azul, Michoacán (México) presentó el valor más bajo (58%) , así como, la familia 11 de la procedencia Vado Hondo, Chiquimula (Guatemala).

4.2.2 Segunda evaluación (60 DDS)

El cuadro 8 muestra los valores promedios para las variables diámetro basal 5cm sobre el suelo, altura, número de hojas verdaderas, número máximo de folíolos y porcentaje de sobrevivencia. Se encontraron valores similares a los de la primera evaluación.

Para todas las variables bajo estudio el análisis de varianza mostraron diferencias significativas ($p > 0.0001$) entre bloque y entre procedencias, y entre familias dentro de procedencias. La interacción bloque*procedencia no resultó significativa para las variables diámetro basal y número máximo de folíolos.

Cuadro 8. Valores promedios y desviación estandar por variable; porcentaje de sobrevivencia en Procedencias de Gliricidia sepium, 60 DDS.

PROC	N	-DB5-		-ALT-		--NHV--		--NMAX--		SOBRE %
		Media	DS	Media	DS	Media	DS	Media	DS	
13	403	0.31	0.08	14.80	4.25	4.64	1.30	6.82	1.64	92.60
14	385	0.36	0.11	13.68	5.92	5.53	1.91	6.96	2.14	97.28
16	266	0.30	0.10	12.86	4.71	5.07	1.53	6.54	1.68	88.93
17	431	0.32	0.08	12.98	4.25	5.23	1.58	6.52	1.63	97.82
25	324	0.32	0.10	13.05	4.73	5.22	1.58	6.43	1.73	90.13
38	228	0.26	0.10	9.83	3.59	4.70	1.41	6.03	1.42	80.75

En esta etapa de desarrollo se observó que las diferencias observadas probablemente se deban a fuentes de variación ambientales y no a genéticas, resultados similares fueron encontrados por Jon Llap. (1989) en una evaluación de procedencias de G. sepium, en etapa de vivero bajo condiciones de trópico húmedo. Esto puede explicarse considerando las condiciones de vivero bajo las que se realizó el ensayo, las cuales, al ser controladas, probablemente impidan que se exprese el potencial genético del material, haciéndose entonces más marcado el efecto del ambiente.

Se presentó una correlación mayor entre las variables altura y diámetro basal a 5cm sobre el suelo pasando de 0.29 en la primera evaluación, a 0.64 en la segunda, siendo ésta significativa.

Las distancias euclidianas (Cuadro 9) indican que las procedencias más distantes son la de Playa Azul, Michoacán (México) y la de Pedasí, Los Santos (Panamá) con una distancia de 1.70.

Como en la primera evaluación, las procedencias más cercanas fueron las de Masaguara, Intibuca (Honduras) y Monterrico, Santa Rosa (Guatemala), con una distancia de 0.006; como se observa el valor de la distancia disminuyó casi a cero, marcándose ésta por la procedencia de Monterrico lo que puede indicar heterogeneidad dentro de sus individuos, se encontró entonces que a medida que avanza el tiempo existe mayor similitud entre estas procedencias.

Cuadro 9. Distancias euclidianas. Análisis discriminante a los 60 DDS en procedencias de Gliricidia sepium.

PROC	13	14	16	17	25	38
13	0	1.27	0.54	0.74	0.70	1.69
14	1.27	0	0.48	0.24	0.30	1.14
16	0.54	0.48	0	0.05	0.05	0.44
17	0.74	0.24	0.05	0	0.00	0.52
25	0.70	0.30	0.05	0.06	0	0.55
38	1.69	1.14	0.44	0.52	0.55	0

La estructura natural de la población indicó que la procedencia de Playa Azul, Michoacán (México) es la más homogénea ya que un 63% de sus individuos se agrupó en la misma procedencia, lo que indica homogeneidad dentro del material. Al

comparar este valor con el obtenido en la primera evaluación el porcentaje es mayor, quizás debido a la expresión misma del genotipo.

El valor obtenido por la de Monterrico, Santa Rosa (Guatemala) indica una mayor heterogeneidad ya que el 98.5% de sus individuos se distribuyó dentro del resto de procedencias (Cuadro 10).

El porcentaje de variación entre familias dentro de procedencias para el diámetro basal fue de 51%; en la altura 55%, para el número de hojas verdaderas fue de un 34% y para el número máximo de folíolos de 32%.

Cuadro 10. Distribución natural de los individuos entre procedencias de Gliricidia sepium. Análisis discriminante a los 60 DDS.

De la PROC	13	14	16	17	25	38	Total
13	230 57	55 14	26 7	4 1	26 7	62 16	403 100%
14	65 17	166 43	17 4	3 1	34 9	100 26	385 100%
16	65 25	53 20	27 10	3 1	24 9	94 35	266 100%
17	103 24	101 23	39 9	7 2	47 11	134 31	431 100%
25	72 22	84 26	23 7	3 1	47 15	95 29	324 100%
38	31 14	32 14	9 4	2 1	10 4	144 100	228 100%
Total	566	491	141	22	188	629	2037
Porcentaje	27.79	24.10	6.92	1.08	9.23	30.88	100

4.2.2.1 Diámetro basal a 5cm

4.2.2.1.1 Entre procedencias

Los valores promedios más altos se encontraron en las procedencias de Belén, Rivas (Nicaragua) con 0.36cm y Monterrico, Santa Rosa (Guatemala) con 0.32cm. Los más bajos se registraron para las procedencias de Vado Hondo Chiquimula (Guatemala) y Playa Azul, Michoacán (México) con 0.30 y 0.25cm, respectivamente.

4.2.2.1.2 Entre familias

Las familias 1 y 6 de Belén, Rivas (Nicaragua) con 0.40 y 0.39cm, respectivamente. El valor más bajo se encontró en la familia 6 de la procedencia de Playa Azul, Michoacán (México) con 0.19cm.

4.2.2.2 Altura

4.2.2.2.1 Entre procedencias

Los valores más altos se presentaron en las procedencias de Pedasí, Los Santos (Panamá) con 14.8cm y en la de Belén, Rivas (Nicaragua) con 13.6; los más bajos de 12.8 y 9.8cm correspondieron a las de Vado Hondo, Chiquimula (Guatemala) y Playa Azul, Michoacán (México), respectivamente.

4.2.2.2.2 Entre familias

Las familias 1 de Belén, Rivas (Nicaragua) y 18 de Pedasí, Los Santos (Panamá) presentaron los valores más altos de 16cm. Los más bajos se reportaron en las familias 7 de Belén, Rivas (Nicaragua) con 10.5cm y en la 6 de Playa Azul, Michoacán (México) con 7.2cm.

4.2.2.3 Número de hojas verdaderas

4.2.2.3.1 Entre procedencias

El valor máximo se encontró en las procedencias de Belén, Rivas (Nicaragua) y en la de Monterrico, Santa Rosa (Guatemala) con un promedio de 5 hojas/plántula. Los valores mínimos de 4 hojas/plántula correspondieron a las procedencias de Pedasí, Los Santos (Panamá) y Playa Azul, Michoacán (México).

4.2.2.3.2 Entre familias

Las familias 4 y 9 de las procedencias de Belén, Rivas (Nicaragua) y Masaguara, Intibuca (Honduras), respectivamente, presentaron el valor máximo de 6 hojas/plántula; la familia 13 de Pedasí, Los Santos (Panamá) y la 20 de Playa Azul, Michoacán (México) presentaron el valor mínimo de 4 hojas/plántula.

4.2.2.4 Número máximo de folíolos

4.2.2.4.1 Entre procedencias

El valor promedio más alto de 7 folíolos/hoja se encontró en las procedencias de Pedasí, Los Santos (Panamá) y en la de Belén, Rivas (Nicaragua). El valor más bajo (6 folíolos/hoja) se encontró en Playa Azul, Michoacán (México) y Masaguara, Intibuca (Honduras).

4.2.2.4.2 Entre familias

Las familias 9 y 10 de Belén, Rivas (Nicaragua) y Vado Hondo, Chiquimula (Guatemala), respectivamente mostraron el valor máximo de 8 folíolos/hoja; las familias 6 y 8 de Playa Azul, Michoacán (México) mostraron el valor mínimo de 5 folíolos/hoja.

4.2.2.5 Sobrevivencia

4.2.2.5.1 Entre procedencias

Las procedencias de Monterrico, Santa Rosa (Guatemala) y de Belén, Rivas (Nicaragua) presentaron el valor máximo de 97%; el mínimo (80%) se observó en la de Playa Azul, Michoacán (México).

El porcentaje promedio de sobrevivencia entre procedencias fue de 91%.

4.2.2.5.2 Entre familias

El valor máximo (100%) lo presentó, entre otras, la familia 1 de Belén, Rivas (Nicaragua); el mínimo fue obtenido por la familia 5 de Playa Azul, Michoacán (México).

Tanto a los 30 como 60 días de evaluación del material en estudio se encontró diferencias significativas. Así también la procedencia con valores máximos para las variables diámetro, número de hojas verdaderas y número máximo de folíolos es la 14-86 de Belén, Rivas (Nicaragua), presentando similar comportamiento para ambas evaluaciones, aunque es muy poco tiempo y debido a las condiciones (vivero) en que se realizó el estudio; pero pareciera indicar que por ser esta procedencia originaria de Nicaragua, lograra una rápida adaptación y por ende un mejor crecimiento.

5. CONCLUSIONES

1. En ambas mediciones, a los 30 y 60 DDS, se encontró diferencias altamente significativas ($p < 0.0001$) entre procedencias, y entre familias dentro de procedencias, para todas las variables bajo estudio.
2. En la primera evaluación la procedencia de Pedasí, Los Santos (Panamá) fue la más homogénea y la de Masaguara, Intibuca (Honduras) la de más heterogeneidad.
3. En la segunda evaluación, la procedencia de Playa Azul, Michoacán (México) resultó ser la más homogénea y la de Monterrico, Santa Rosa (Guatemala) la más heterogénea.
4. La procedencia de Belén, Rivas (Nicaragua) y sus familias obtuvieron los valores más altos para todas las variables bajo estudio, por lo que podría considerarse como una de las mejores.
5. La procedencia de Playa Azul, Michoacán (México) fue la que presentó los valores más bajos para las variables estudiadas.
6. En general se obtuvo un buen porcentaje de sobrevivencia, aún cuando el porcentaje de germinación fue muy variable.

6. RECOMENDACIONES

1. Debido a la existencia de alta variabilidad deben hacerse trabajos adicionales tales como estudio en diferentes ambientes para evaluar la interacción del genotipo con el ambiente establecido, contenido de nutrientes en las diferentes procedencias.
2. Establecer este material en el campo y posteriormente comparar su comportamiento con el observado a nivel de vivero.
3. Evaluar, a nivel de campo, variables como número de ramas, longitud de la rama más larga, área foliar, producción de biomasa y calidad de biomasa, las cuales podrían ser determinantes en la formación de grupos con características homogéneas dentro del material.

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.
- 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 *Gliricidia 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.
- BENITEZ, R.F.y MONTESINOS, J.L. 1988. Catálogo de cien especies forestales de Honduras. Escuela Nacional de Ciencias Forestales, Siguatepeque. 216 p.
- 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.

- CENTRO AGRONÓMICO 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 APN. Turrialba (C.R.).
- 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. Barreras 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).
- 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. Árboles 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.
- 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, D.L. and JIMENEZ H., M. 1986. Effect of applying prunings of Gliricidia sepium to maize and beans on an Oxic 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. Morgantown, West Virginia, Communi-Tech Associates. 345 p.
- LOPEZ, L. J. 1990. Establecimiento de un ensayo agroforestal con dos especies leguminosas Gliricidia sepium y Leucaena leucocephala. Managua, Nicaragua. 40p.
- 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 de M.Sc. CATIE Costa Rica, Turrialba. 75p.
- 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. Fassbener and J. Heuvelodop. Turrialba (C.R.) p.189-196.

- NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES, USA. 1980. Firewood crops: shrubs and tree species for energy production. Washington, D.C., USA. p. 44-45.
- 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 Renovables. 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- WRIGHT, W.J. 1976. Introduction to forest genetics. New York, Academic Press. 463 p.
- ZOBEL, B. and J. Talbert. 1984. Applied forest tree improvement. New York, John Willy and Sons. 505 p.

ANEXOS

Cuadro 1A. Análisis de varianza para Diámetro Basal a 1 cm sobre el suelo 30 DDS. Procedencias y familias de Gliricidia sepium.

Fuente de variación	Gl	SC	CM	F	Pr > F
BLOQUE	2	0.09	0.04	8.56	0.0002
PROC	5	1.26	0.25	45.17	0.0001
FAM(PROC)	65	1.42	0.02	3.92	0.0001
BLOQUE*PROC	9	0.34	0.04	6.86	0.0001

Cuadro 2A. Análisis de varianza para Altura. Procedencias y familias de Gliricidia sepium a los 30 DDS.

Fuente de variación	Gl	SC	CM	F	Pr > F
BLOQUE	2	285.52	142.76	47.00	0.0001
PROC	5	663.52	132.70	43.69	0.0001
FAM(PROC)	65	672.85	10.35	3.41	0.0001
BLOQUE*PROC	9	162.22	18.02	5.93	0.0001

Cuadro 3A. Análisis de varianza para Número de hojas verdaderas. Procedencias y familias de Gliricidia sepium a los 30 DDS.

Fuente de variación	Gl	SC	CM	F	Pr > F
BLOQUE	2	4.57	2.28	3.30	0.0370
PROC	5	37.08	7.42	10.71	0.0001
FAM(PROC)	65	84.20	1.29	1.87	0.0001
BLOQUE*PROC	9	14.33	1.59	2.30	0.0144

Cuadro 4A. Análisis de varianza para Diámetro basal a 5 cm sobre el suelo. Procedencias y familias de Gliricidia sepium a los 60 DDS.

Fuente de variación	Gl	SC	CM	F	Pr > F
BLOQUE	2	0.53	0.26	29.33	0.0001
PROC	5	0.96	0.19	21.41	0.0001
FAM(PROC)	65	1.03	0.01	1.76	0.0002
BLOQUE*PROC	9	0.06	0.00	0.70	0.7075

Cuadro 5A. Análisis de varianza para Altura. Procedencias y familias de Gliricidia sepium a los 60 DDS.

Fuente de variación	Gl	SC	CM	F	Pr > F
BLOQUE	2	3596.27	1798.13	93.86	0.0001
PROC	5	1917.65	383.53	20.02	0.0001
FAM(PROC)	65	2714.98	41.76	2.18	0.0001
BLOQUE*PROC	9	383.84	42.64	2.23	0.0181

Cuadro 6A. Análisis de varianza para Número de hojas verdaderas. Procedencias y familias de Gliricidia sepium a los 60 DDS.

Fuente de variación	Gl	SC	CM	F	Pr > F
BLOQUE	2	349.23	174.62	77.26	0.0001
PROC	5	164.95	33.00	14.60	0.0001
FAM(PROC)	65	187.08	2.88	1.27	0.0718
BLOQUE*PROC	9	46.07	5.11	2.26	0.0161

Cuadro 7A. Análisis de varianza para Número máximo de folíolos. Procedencias y familias de Gliricidia sepium a los 60 DDS.

Fuente de variación	Gl	SC	CM	F	Pr > F
BLOQUE	2	217.73	108.86	37.98	0.0001
PROC	5	80.26	16.05	5.60	0.0001
FAM(PROC)	65	299.51	4.60	1.61	0.0017
BLOQUE*PROC	9	16.60	1.84	0.64	0.7604