

CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA
SUB DIRECCIÓN GENERAL ADJUNTA DE ENSEÑANZA
PROGRAMA DE POSGRADO

COMPORTAMIENTO DE PROCEDENCIAS Y FAMILIAS DE Gliricidia
sepium (Jacq) Steud. A LOS 12 MESES DE EDAD EN
CONDICIONES DEL TROPICO HUMEDO DE COSTA RICA.

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

YAEL'S MARIA CAMACHO HERNANDEZ

Turrialba, Costa Rica
Febrero, 1991

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:



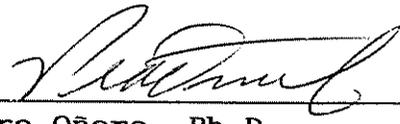
Edgar Viquez, MS.c.
Profesor Consejero



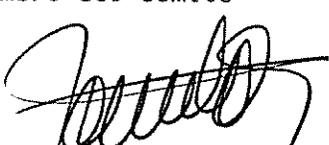
Germán Sánchez, Ph.D.
Miembro del Comité



Rodolfo Salazar, Ph.D.
Miembro del Comité

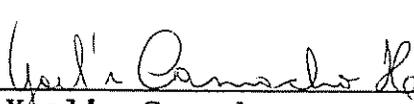


Pedro Oñoro, Ph.D.
Miembro del Comité



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

Dr. José Luis Parisi
Subdirector General Adjunto de Enseñanza



Yael's Camacho
Candidato

DEDICATORIA

En memoria de mis seres queridos, mi padre Efraín Camacho Chávez y mis tíos Otto y Elieth Hernández Gómez.

A mi esposo Arnoldo De León por su amor, confianza y estímulo.

A mi hija Yailin Cristina, quien fue mi motivación para seguir adelante.

A mi madre por la confianza depositada en mí.

A mis hermanos y familiares por su comprensión y cariño.

AGRADECIMIENTOS

-Al M.Sc. Edgar Víquez, consejero principal por su amistad y orientación en la realización de este trabajo.

-Al Ph.D. Germán Sánchez por su apoyo y la confianza que depositó en mí.

-Al Ph.D. Pedro Oñoro por su valiosos consejos y aportes en el aspecto estadístico.

-Al Ph.D. Rodolfo Salazar, por las valiosas sugerencias aportadas para la culminación del trabajo.

-Al Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo (CIID-Canadá) por el apoyo financiero para mis estudios de posgrado en CATIE.

-A los señores Jorge Arias y Arturo Jiménez, quienes colaboraron en la etapa de campo del experimento con esmero y dedicación.

-Al personal del Proyecto Arboles Fijadores de Nitrógeno (CATIE/CIID) por la ayuda proporcionada para llevar a cabo mi trabajo de tesis.

A todas aquellas personas que de una u otro forma colaboraron para la realización de este trabajo de tesis.

BIOGRAFIA

La autora nació el 5 de enero de 1960 en San José, Costa Rica.

Concluyó sus estudios secundarios en 1977 en el Colegio Nuestra Señora de Sión.

Ingresó al Instituto Tecnológico de Costa Rica en 1978, y se graduó en el programa de Ingeniería Forestal en junio de 1983.

De noviembre de 1983 a setiembre de 1986 laboró en la Dirección General Forestal del Ministerio de Agricultura y Ganadería como investigador en el Proyecto Producción Forestal de Horquetas de Sarapiquí, financiado por el AID-CORENA/032 y como encargada de Repoblación Forestal en el Distrito Forestal de Cartago.

Desde octubre de 1986 labora como asistente de investigación en el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza con el Proyecto Arboles Fijadores de Nitrógeno.

En setiembre de 1988 ingresó al programa de posgrado del CATIE, recibiendo en Febrero de 1991, el grado de Magister Scientiae con énfasis en Agroforestería.

TABLA DE CONTENIDO

Resumen.....	VIII
Summary.....	X
Lista de Cuadros.....	XII
Lista de Figuras.....	XIII
Lista de Anexos.....	XV
1.Introducción.....	1
1.1.Hipótesis.....	3
1.2.Objetivos.....	3
2.Revisión de Literatura.....	4
2.1.Descripción de la especie.....	4
2.1.1.Descripción botánica y taxonómica.....	4
2.1.2.Distribución de la especie.....	5
2.1.3.Usos de la especie.....	7
2.2.Ensayo de Procedencias y Descendencias.....	12
2.3.Causas y tipos de variabilidad.....	14
3.Materiales y Métodos.....	18
3.1.Características del sitio.....	18
3.2.Origen de las Procedencias.....	21
3.3.Diseño Experimental.....	24
3.4.Variable Analizadas.....	24
3.4.1.Crecimiento.....	25

3.4.2.Producción.....	25
3.5.Análisis Estadístico.....	28
4.Resultados y Discusión.....	30
4.1.Variabilidad genética en las Procedencias y Familias.....	30
4.1.1.Crecimiento.....	30
4.1.1.1.Altura Total.....	33
4.1.1.2.Número de Brotes.....	36
4.1.1.3.Longitud del brote más largo.....	38
4.1.1.4.Diámetro basal del brote más largo.....	39
4.1.2.Producción de Biomasa.....	45
4.2.Relaciones entre las variables.....	56
4.3.Establecimiento de la Estructura Natural de Familias.....	62
5.Conclusiones y Recomendaciones.....	69
6.Bibliografía.....	72
7.Anexos.....	78

CAMACHO H. Y. 1991. Comportamiento de procedencias y familias de Gliricidia sepium (Jacq) Steud. a los 12 meses de edad en condiciones de trópico húmedo, Guápiles. Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, C.R. 101 pp.

COMPORTAMIENTO DE PROCEDENCIAS Y FAMILIAS DE Gliricidia sepium (JACQ) STEUD. A LOS 12 MESES DE EDAD EN CONDICIONES DE TROPICO HUMEDO EN GUAPILES, COSTA RICA.

Palabras claves: Gliricidia sepium, procedencias, familias, variabilidad genética, producción de biomasa, Guápiles.

RESUMEN

El uso de componentes arbóreos conocidos y homogéneos es fundamental para el desarrollo y mejoramiento de sistemas agroforestales sostenibles, que a su vez sean fáciles de transferir.

La especie Gliricidia sepium (Jacq) Steud. es una leguminosa arbórea ampliamente utilizada en diferentes sistemas agroforestales en Centroamérica, México y Panamá, países donde se distribuye naturalmente y se reportan grandes variaciones en crecimiento y rendimiento.

El propósito de este trabajo fue estudiar el comportamiento y la variabilidad genética en 12 procedencias y 177 familias de Gliricidia sepium.

Las variables evaluadas fueron: altura total, número de brotes, longitud y diámetro basal del brote más largo, producción de biomasa seca comestible, biomasa seca leñosa, biomasa seca total y porcentaje de materia seca comestible y leñosa.

Los resultados indican que existe una gran variabilidad entre procedencias y entre familias dentro de procedencias. Sin embargo, la mayor variación fue a nivel de individuos dentro de familias.

Las procedencias sobresalientes en crecimiento en altura total y longitud del brote más largo fueron las de Cañas, La Garita, Vado Hondo, Masaguara y Rivas. Y las de menor crecimiento fueron Los Santos, Chiapas, Monterrico, Palma Sola y Playa Grande.

La procedencia de La Garita presentó la mayor cantidad de biomasa seca comestible, leñosa y total, demostrando su potencial para sistemas agroforestales.

Las procedencias de Cañas, Masaguara, Vado Hondo, Monterrico y Rivas superaron a la producción media en más

de un 8% en producción de biomasa seca comestible, leñosa y total.

La procedencia de Palmasola es la que menos se adapta a las condiciones del sitio en estudio.

Las procedencias que presentaron una alta variabilidad entre familias para la producción de biomasa de componentes y total fueron Vado Hondo y Masaguara con valores superiores en más de un 42%.

Se encontraron algunas correlaciones significativas entre variables de crecimiento y producción con la latitud, precipitación, número de meses seco y altitud.

El análisis discriminante comprobó que habían diferencias altamente significativas entre procedencias y demostró ser una herramienta muy útil en el estudio de variación en poblaciones naturales, al evaluar similitudes y diferencias entre estas.

Los resultados que se obtuvieron en este estudio son aplicables a las condiciones específicas del atlántico, si se desean utilizar en otras condiciones ambientales se deben establecer pruebas con estos materiales para comparar su desarrollo y determinar si realmente presentan un comportamiento superior en crecimiento y producción.

CAMACHO H. Y. 1991. Behavior of provenances and families of Gliricidia sepium (Jacq.) Steud. at 12 months, under humid tropical conditions. Guápiles, Costa Rica. M.Sc. Thesis, Turrialba. Costa Rica. 101 pp.

BEHAVIOR OF PROVENANCES AND FAMILIES OF Gliricidia sepium (Jacq) Steud. AT 12 MONTHS, UNDER HUMID TROPICAL CONDITIONS. GUAPILES, COSTA RICA.

Key words: Gliricidia sepium, provenances, families, genetic variability, biomass production, Guápiles.

SUMMARY

The use of known, homogeneous arboreal components is vital for the development and improvement of sustained and readily transferable agroforestry systems.

The woody legume Gliricidia sepium (Jacq) Steud. specie is widely used as shade and fencerow species throughout Central America, Mexico and Panama, where it occurs naturally, and a high rate growth and yield variability is reported.

The purpose of this work is to study the performance and genetic variability of 12 provenances and 177 families of Gliricidia sepium.

The variables evaluated were: total height, number of shoots, length and basal diameter of the longest shoot, dry edible biomass production, dry firewood biomass, total dry biomass and percentage of edible and woody dry matter.

The results obtained show that there is great variability among provenances, and among families within provenances. However, the greatest variation was observed at the individual level within families.

Outstanding provenances in terms of total height, total growth and length of the longest shoot were from Cañas, La Garita, Vado Hondo, Masaguara and Rivas . The ones that showed lower growth rate were from Los Santos, Chiapas, Monterrico, Palmasola and Playa Grande.

The provenance from La Garita had the greatest production of dry, edible, and total biomass showing its potential for agroforestry systems.

The provenances from Cañas, Masaguara, Vado Hondo, Monterrico and Rivas surpassed mean production in more than 8% of dry edible, woody and total biomass.

The provenance from Palma Sola showed the poorest adaptation to the conditions of the study site.

The provenances from Vado Hondo and Masaguara presented a high rate of variability among families for

total and component biomass production with values higher than 42%.

Significant correlations between growth and production variables with the latitude, rainfall, number of dry months and altitude of the sites of origin of the provenances were found.

The discriminate analysis showed very significant differences between provenances; it also proved to be an useful tool in the study of variability in natural populations by evaluating differences and similarities among them.

The results obtained through this study apply to the specific conditions of the Atlantic zone of Costa Rica. To determine adaptation to other environmental conditions, trials with these materials should be carried out to compare their development and determine if they really present a superior behavior in terms of growth and production rate.

LISTA DE CUADROS

Cuadro No.	Título	Página
1.	Análisis de suelo a dos profundidades del sitio experimental en la Estación Los Diamantes, Guápiles.	20
2.	Valores de las variables geográficas y climáticas de las 12 procedencias de <u>G. sepium</u> .	23
3.	Análisis de varianza y prueba de Tukey (5%) para las diferentes variables entre 12 procedencias y familias de <u>G. sepium</u> en C.R. a 12 meses.	31
4.	Análisis de varianza y prueba de Tukey (5%) para las diferentes variables entre 12 procedencias y familias de <u>G. sepium</u> en C.R. a 12 meses.	47
5.	Matriz de correlación entre algunas variables del sitio de origen y las variables de crecimiento y producción de las 12 procedencias a los 12 meses en Guápiles, Costa Rica.	57
6.	Valores de F para las variables consideradas en el Análisis Discriminante.	63
7.	Análisis Discriminante, Matriz de distancias Euclidianas.	65
8.	Distribución de Familias en sus procedencias y porcentaje de familias clasificadas según el análisis discriminante.	67

LISTA DE FIGURAS

Figura No.	Título	Página
1.	Precipitación y temperatura media mensual de Set.88 a Set.89 en Guápiles, Costa Rica.	19
2.	Distribución natural de <u>Gliricidia sepium</u> y ubicación de los sitios de las colecciones de semilla.	22
3.	Distribución de la altura total de las 12 procedencias en Guápiles, Costa Rica a los 12 meses de edad.	33
4.	Distribución del número de brotes promedio de las 12 procedencias en Guápiles, Costa Rica a los 12 meses	37
5.	Distribución de la longitud del brote más largo de las 12 procedencias en Guápiles, Costa Rica a los 12 meses	39
6.	Distribución del diámetro basal de las 12 procedencias en Guápiles, Costa Rica a los 12 meses.	41
7.	Número de Brotes promedios en función de la altura total promedio entre familias dentro de procedencias de <u>Gliricidia sepium</u> en Costa Rica a los 12 meses.	44
8.	Distribución del porcentaje de materia seca comestible de las 12 procedencias en Guápiles, Costa Rica a los 12 meses.	48
9.	Distribución de la biomasa seca comestible y leñosa de las 12 procedencias en Guápiles, Costa Rica a los 12 meses de edad.	50

Figura No.	Título	Página
10.	Biomasa seca comestible promedio en función de la biomasa seca leñosa promedio entre familias dentro de procedencias de <i>Gliricidia sepium</i> en Costa Rica a los 12 meses.	54
11.	Correlación entre número de brotes y la Latitud de los sitios de origen.	58
12.	Correlación entre porcentaje de materia seca comestible y la Latitud de los sitios de origen.	58
13.	Correlación entre porcentaje de materia seca leñosa y la Latitud de los sitios de origen.	58
14.	Correlación entre longitud del brote más largo y la altitud de los sitios de origen.	59
15.	Correlación entre diámetro basal y la altitud de los sitios de origen.	59
16.	Correlación entre biomasa seca comestible y el número de meses secos de los sitios de origen.	61
17.	Correlación entre biomasa seca total y los meses secos de los sitios de origen.	61
18.	Correlación entre porcentaje de materia seca comestible y los meses secos de los sitios de origen.	61

LISTA DE ANEXOS

Anexo No.	Título	Página
1.	Climograma de la zona de Guápiles, C.R.	79
2.	Distribución de la biomasa seca total en las 12 procedencias en Guápiles a los 12 meses de edad.	79
3.	Análisis de varianza y prueba de Tukey (5%) para las diferentes variables entre familias dentro de la procedencia Playa Grande, C.R. a 12 meses.	80
4.	Análisis de varianza y prueba de Tukey (5%) para las diferentes variables entre familias dentro de la procedencia Cañas, C.R. a 12 meses.	81
5.	Análisis de varianza y prueba de Tukey (5%) para las diferentes variables entre familias dentro de la procedencia La Garita, C.R. a 12 meses.	82
6.	Análisis de varianza y prueba de Tukey (5%) para las diferentes variables entre familias dentro de la procedencia Los Santos, Panamá. a 12 meses.	83
7.	Análisis de varianza y prueba de Tukey (5%) para las diferentes variables entre familias dentro de la procedencia Masaguara, Honduras a 12 meses.	84
8.	Análisis de varianza y prueba de Tukey (5%) para las diferentes variables entre familias dentro de la procedencia Palma Sola, México a 12 meses.	85

Anexo No.	Título	Página
9.	Análisis de varianza y prueba de Tukey (5%) para las diferentes variables entre familias dentro de la procedencia Rivas, Nicaragua a 12 meses.	86
10.	Análisis de varianza y prueba de Tukey (5%) para las diferentes variables entre familias dentro de la procedencia Vado Hondo, Guatemala a 12 meses.	87
11.	Análisis de varianza y prueba de Tukey (5%) para las diferentes variables entre familias dentro de la procedencia San Mateo, México a 12 meses.	88
12.	Análisis de varianza y prueba de Tukey (5%) para las diferentes variables entre familias dentro de la procedencia Playa Azul, México a 12 meses.	89
13.	Análisis de varianza y prueba de Tukey (5%) para las diferentes variables entre familias dentro de la procedencia Monterrico, Guatemala a 12 meses.	90
14.	Análisis de varianza y prueba de Tukey (5%) para las diferentes variables entre familias dentro de la procedencia Vado Hondo, Guatemala a 12 meses.	91
15.	Análisis de varianza y prueba de Tukey (5%) para las diferentes variables entre familias dentro de la procedencia Masaguara, Honduras a 12 meses.	92

Anexo No.	Título	Página
16.	Análisis de varianza y prueba de Tukey (5%) para las diferentes variables entre familias dentro de la procedencia Palma Sola, México a 12 meses.	93
17.	Análisis de varianza y prueba de Tukey (5%) para las diferentes variables entre familias dentro de la procedencia San Mateo, México a 12 meses.	94
18.	Análisis de varianza y prueba de Tukey (5%) para las diferentes variables entre familias dentro de la procedencia Playa Azul, México a 12 meses.	95

INTRODUCCION

En la última década se han comenzado a desarrollar tecnologías con el propósito de mejorar los sistemas agroforestales. El interés que éstos han despertado desde el punto de vista científico, se debe a la necesidad de encontrar opciones más atinadas para los problemas de baja producción y degradación de la tierra en los trópicos. Los sistemas agroforestales pueden brindar una alternativa para el uso de los recursos naturales, que aumente o al menos mantenga la productividad de la tierra sin causar degradación (OTS-CATIE, 1986).

El deterioro de la capacidad productiva de la tierra se debe en gran parte a la deforestación masiva y al uso inapropiado de los recursos (OTS-CATIE,1986); ésto provoca problemas ambientales por la ausencia de planificación de los asentamientos humanos, por la contaminación del agua y el aire con productos químicos, intoxicaciones por el uso indebido de plaguicidas, la erosión de los suelos; la extinción de especies biológicas y la acelerada disminución de las fuentes de agua (FUNDACION NEOTROPICA,1988).

Los sistemas agroforestales pueden ayudar a solucionar problemas en el uso de los recursos naturales

por las diferentes funciones biológicas y socioeconómicas que cumplen. La presencia del componente arbóreo provee a los sistemas agroforestales algunas características que favorecen la productividad y la sostenibilidad, entre los cuales se pueden mencionar los efectos sobre el ciclaje de nutrientes, estratificación en el uso de recursos, efectos sobre el microclima, influencia sobre el control de la erosión y sobre las poblaciones de plagas, entre otras (OTS-CATIE,1986).

La especie Gliricidia sepium (Jacq.) Steud. es una leguminosa arbórea que se utiliza en una amplia gama de sistemas agroforestales, donde provee diferentes beneficios directos e indirectos como leña, postes vivos, forraje, abono verde, fijación de nitrógeno y contribuye al control de la erosión (HUGHES, 1987).

Por su importancia en sistemas agroforestales y el amplio ámbito de distribución natural, se considera necesario realizar el estudio de la variabilidad genética de Gliricidia sepium (Jacq) Steud., para tratar de identificar a nivel de campo las procedencias y familias de mejor crecimiento y producción de biomasa.

1.1.HIPOTESIS

El presente trabajo parte de la hipótesis de que las procedencias y familias de G. sepium en estudio no presentan variabilidad en crecimiento y producción de biomasa seca en la zona de Guápiles, Costa Rica.

1.2.OBJETIVOS

El objetivo general del presente estudio es:

Estudiar la variabilidad genética a nivel juvenil de Gliricidia sepium (Jacq) Steud. de material proveniente del área de distribución natural.

Se plantearon además los siguientes objetivos específicos:

1. Valorar la magnitud de las diferencias en las variables de crecimiento entre procedencias y entre familias dentro de procedencias.

2. Identificar las procedencias y familias con mayor producción de biomasa seca.

2. REVISION DE LITERATURA

2.1. DESCRIPCION DE LA ESPECIE.

2.1.1. DESCRIPCION BOTANICA Y TAXONOMICA.

Esta especie pertenece a la familia Fabaceae. Es de porte medio, y alcanza alturas de 10 a 15 m, un dap de 20 a 53 cm y un crecimiento promedio en altura de 2,5 m/año (MORA, 1983; GLOVER, 1986 ; SALAZAR, 1986; JON LLAP, 1989).

Las hojas son compuestas, imparipinadas, alternas y deciduas. El envés es de color gris claro y el haz es verde brillante (HOLDRIDGE y POVEDA, 1975; MORA, 1983).

Según un estudio realizado por HUGHES (1987) esta especie perteneció en el pasado al género Rollinia y Lonchocarpus. Ahora, con las consideraciones taxonómicas actuales, se mencionan sólo tres especies que pertenecen al género Gliricidia; dos de ellas son confundidas en muchos lugares y se presentan como sinónimos. Las especies identificadas son Gliricidia sepium (Jacq) Walp., G. maculata (HBK) Steud y G. guatemalensis M. Micheli. La diferencia entre las tres especies es la coloración de la flor, donde la especie G. maculata tiene la flor blanca; sólo alcanza alturas de 3 m y la flor es

más pequeña. La flor de G. sepium (Jacq) Walp es de color lila y zigomórfica, papilionada y se presenta en racimos axilares con brácteas deciduas pequeñas y G. guatemalensis tiene la flor de color rojo-púrpura y sólo se localiza a elevaciones entre 1500 y 2000 msnm.

G. sepium produce gran cantidad de flores, bota la hoja casi en su totalidad al momento de la floración. Esto es evidente en zonas con estación seca muy marcada.

El fruto es una legumbre aplanada, oblonga, glabra, dehiscente, algo leñosa y de color verdiamarillo. (HOLDRIDGE Y POVEDA, 1975; MORA,1983; CATIE, 1986). Posee alrededor de tres a ocho semillas de color café oscuro, brillantes y planas

AKEN'OVA y SUMBERG (1986) observaron una variedad de insectos voladores particularmente del género Xilocopa que polinizan la especie, del cual se identificaron X. albeceps y X. olivana.

2.1.2.DISTRIBUCION DE LA ESPECIE.

G. sepium es originario de México, América Central y Panamá, crece desde el nivel del mar hasta los 1200 msnm en bosque seco Tropical, bosque húmedo Premontano, bosque

muy húmedo Premontano, bosque húmedo Tropical, bosque muy seco Tropical y bosque seco Premontano.(MORA, 1983).

Según HUGHES, (1987), el rango natural de distribución geográfico va desde 7°30'N en Panamá hasta los 25°30' N en el noroeste de México. La mayoría de los sitios de su distribución natural son relativamente uniformes donde prevalece el clima sub-húmedo; con precipitaciones que van desde los 900-1500 mm, con cinco meses de período seco.

Dado que G. sepium ha sido usada, cultivada y transportada por el hombre, hace incierto su rango de distribución natural y ha creado un gran número de razas locales a través del cultivo (HUGHES, 1987).

Como exótica se le encuentra en el resto de América del Sur, zona del Caribe, sudeste de Florida, sudeste de Brasil, Africa Occidental, Africa Oriental y Sudáfrica, sudeste de Asia, India, Hawaii, Filipinas y Australia (FALVEY, 1982; MORA, 1983; CATIE, 1986).

Según PERINO, (1979); CATIE, (1986), citados por HUGHES, (1979), Gliricidia se encuentra en una gama bastante amplia de suelos, desde arena pura y salada en la costa hasta regosoles rocosos no estratificados y vertisoles profundos; se le encuentra también en suelos

erodados, ligeramente compactados, calcáreos y con presencia de piedras. Es poco exigente en cuanto a fertilidad, pero requiere de un buen drenaje (JON LLAP, 1989 y CATIE, 1986).

2.1.3.USOS DE LA ESPECIE

Como se mencionó anteriormente, Gliricidia tiene varios usos, entre los más frecuentes se pueden mencionar: asocio con cultivos agrícolas (cultivo en callejones) (MORA, 1983; HUGHES, 1987; JON LLAP, 1989; KASS, 1987); sombra de café (SALAZAR, 1984), forraje para ganado, ovejas, cabras, (ATTA-KRAH y SUMBERG, 1987); guías para otros cultivos, como pimienta (SEIBET, 1987); sistema silvopastoril (WIERSUM, 1987); cercas vivas (BELIARD, 1984); uso medicinal y control de erosión (MORA, 1983).

SANDOVAL, (1987) menciona que Gliricidia es una de las especies preferidas en Honduras por tener múltiples usos y ser de fácil establecimiento en las fincas.

Según SALAZAR, (1984), el uso frecuente de Gliricidia sepium por parte del finquero se debe en parte a la facilidad para reproducirse, facilidad de manejo y

la capacidad de producción de rebrotes vigorosos en períodos cortos.

En Nicaragua se estudió la productividad de G. sepium en un bosque natural de seis años de edad; el 86% de la biomasa total correspondió al peso de fustes y ramas gruesas. El rendimiento del aprovechamiento total fue de 62 kg/ha en peso fresco y de 46 kg/ha en el aprovechamiento selectivo en peso verde; y de 34 y 25 kg/ha en peso seco, respectivamente (OTAROLA Y UGALDE, 1983).

BELIARD, (1984) observó en una cerca de 5 años de edad en Costa Rica que una frecuencia de poda de 6 meses fue mejor para la producción de forraje, ya que podas cada 3 meses tenía efectos detrimentales sobre la sobrevivencia de los árboles.

En Costa Rica se cuantificó la producción de leña y biomasa total de árboles de Gliricidia como sombra de café con edad aproximada de 30 años y con una densidad de 330 árboles/ha, donde se produjo 103 ton/ha de biomasa seca de los cuales el 98% corresponde a material leñoso seco y 2% restante corresponde a follaje seco (SALAZAR, 1984).

El asocio de G. sepium con cultivos anuales estudiado en el CATIE, tiene un patrón de producción de biomasa temporal de acuerdo a la época lluviosa o seca y edades de los árboles, en dos años de evaluaciones para podas semestrales, se encontraron producciones de 4530 y 8963 kg/ha/año de materia seca para árboles nuevos y viejos, en la época lluviosa y de 4079 y 5033 Kg/ha/año de materia seca en árboles nuevos y viejos en la época seca (KASS, 1985).

BARNES y GIBSON, (1984); HUXLEY, BURLEY, WOOD y ROBINSON, (1985), describen una serie de variables cuantitativas y cualitativas del tallo, rama, copa, reproducción y características de la madera que se deben incluir en los estudios de especies y procedencias.

OTAROLA y UGALDE, (1983) mencionan la importancia de cuantificar la biomasa como una estimación más precisa de todos los componentes: follaje, ramas, fuste, tocón y raíces, debe ser expresada en peso seco para mayor precisión.

Gliricidia sepium es una especie forestal que está siendo utilizada y estudiada para la producción de forraje, tanto en zonas secas como en zonas húmedas. Para conocer su capacidad de producción se debe cuantificar la producción/ha/año en peso verde y en peso

seco por árbol y por hectárea, además del valor nutritivo con base en peso seco (SALAZAR, 1989).

La calidad nutritiva del follaje es un aspecto muy importante, ya que permite conocer el potencial nutritivo de una especie ESPINOZA, (1984). Según MENDIETA (1989) G. sepium se puede considerar de calidad nutritiva aceptable como suplemento en la alimentación animal, ya que presenta valores aceptables en nitrógeno, fósforo, manganeso, cobre, potasio, zinc, calcio, magnesio, proteína cruda y digestibilidad in vitro.

Su efecto al emplearlo como mulch en un sistema agroforestal es otro de los aspectos importantes que se ha estudiado (KASS, BUSTAMANTE y BERMUDEZ, 1987).

En 1986, SALAZAR observó en un estudio de semillas y plántulas a nivel de vivero de G. sepium en Costa Rica que la longitud, peso, espesor, ancho y largo por el ancho de la semilla y las variables de las plántulas: altura total, diámetro del cuello y peso seco total mostraron diferencias estadísticamente significativas entre procedencias. Además, observó una tendencia clinal entre el peso de la semilla y la elevación del origen en las 10 fuentes de semillas estudiadas.

GLOVER, (1986) estudió 26 procedencias de G. sepium en CATIE y 17 en la Universidad de Hawaii y observó variación entre y dentro de procedencias, con respecto al diámetro basal y altura a un año de edad.

QUEME, (1987) evaluó 12 procedencias guatemaltecas de G. sepium en tres sitios en Guatemala, y encontró que no existió un efecto significativo en la interacción genotipo-ambiente, pero en cada sitio si hubo diferencias estadísticamente significativas entre procedencias en altura y diámetro basal a la edad de 24 meses.

BRITWUN, (1988) estudiando 13 procedencias de Gliricidia en Ghana no encontró para altura total de las plantas diferencias significativas entre procedencias, pero sí en el número de ramas a la edad de nueve meses.

En un estudio realizado por JON LLAP, (1989) en Costa Rica, se detectó diferencias estadísticamente significativas entre procedencias y entre familias dentro de procedencias a los 100 y 240 días a nivel de vivero, así como a los 90 días de plantado en las variables número de rebrotes, diámetro basal a 1 y 5 cm sobre el suelo, altura total de la planta, longitud del rebrote, número máximo de foliolos y peso de la biomasa. La mayor variabilidad se detectó entre individuos dentro de familias. Esta alta variabilidad indica un potencial de

selección; no obstante, se debe evaluar periódicamente hasta que las características de superioridad se manifiesten plenamente y sean constantes.

En el Centro Experimental el Recreo en Nicaragua (1990) se estudiaron 12 procedencias de G. sepium bajo el sistema de cultivo en callejones y se encontró diferencias estadísticamente significativas entre procedencias para altura total, diámetro basal, número de ejes a 0.3 m de altura y biomasa seca a los 12 meses de edad.

2.2. ENSAYO DE PROCEDENCIA Y DESCENDENCIAS

Según BURLEY Y WOOD, (1979) la procedencia es el sitio de origen natural de una fuente de semilla.

El objetivo principal de un ensayo de procedencias es determinar la magnitud de las diferencias entre las distintas fuentes, para identificar aquellas de mejor crecimiento y más productivas sobre las condiciones dadas. El material seleccionado es la base para la construcción de una población base y producir semilla o propágulos vegetativos mejorados BARNES y GIBSON, (1984).

Los ensayos de campo para seleccionar cuál es el origen de semilla más apropiado para un conjunto

particular de condiciones de crecimiento y requerimientos de uso final, hacen necesarias recolecciones de semilla que sean representativas de la población de la que se coleccionan.

WRIGHT, (1986) considera que entre procedencias de algunas especies, se han encontrado diferencias de hasta cuatro veces en el crecimiento y que por tanto se debe estar seguro, que se posee la mejor procedencia.

Según KELLISON,(1988) un ensayo de descendencias consiste en la evaluación de materiales que se prevee están relacionados genéticamente, con el propósito de estimar con exactitud el potencial del material bajo prueba para las condiciones ambientales donde será plantado.

Los objetivos más comunes para este tipo de ensayos son: Comparar descendencias, estimar parámetros genéticos (por ejemplo cálculo de los componentes de varianza, heredabilidad, correlación entre características), producir una población base, adecuada para selecciones de generación avanzada y estimar ganancias genéticas (medición del progreso de la selección al comparar el material de huertos semilleros con testigos comerciales) KELLISON,1988.

En general, el término familia se utiliza para denominar grupos de individuos que tienen uno o ambos progenitores en común (ZOBEL, 1986).

Un grupo de individuos dentro de una familia se conoce como fratrias; el grupo de individuos relacionados con un sólo progenitor en común se denomina familia de semifratrias o de medios hermanos. Cuando ambos progenitores son comunes, constituyen una familia de fratrias totales o de hermanos completos (Zobel, 1986).

2.3.CAUSAS Y TIPOS DE VARIABILIDAD

Las diferencias que existen entre los árboles son el resultado de tres factores: los diferentes ambientes en los cuales los árboles crecen, las diferencias genéticas entre los árboles y las interacciones existentes entre el genotipo de los árboles y los ambientes en los cuales éstos crecen (ZOBEL,1986).

La variabilidad ambiental es el resultado de la influencia de factores ambientales que afectan el crecimiento del árbol. Algunos de ellos pueden controlarse y manipularse, pero otros no es posible hacerlo.

Los factores ambientales son la causa más importante de variabilidad en algunas características, especialmente aquellas relacionadas con el crecimiento (ZOBEL, 1986).

La variabilidad genética es parte del proceso evolutivo de la especie. Esta variabilidad generalmente se separa en componentes aditivos y no aditivos. La variación aditiva es causada por los efectos acumulativos de los alelos en todos los loci que determinan una característica. La variación no aditiva se divide en dos tipos: dominancia (causada por la interacción de alelos específicos en un locus), mientras que la epistasis es causada por las interacciones entre loci (ZOBEL, 1986).

El sistema de apareamiento de una especie tiene un efecto importante sobre el patrón de variación. Los sistemas de apareamiento libre que son comunes en la mayoría de las especies de árboles forestales, producen en general poblaciones genéticas altamente variables (ZOBEL, 1986).

El estudio de la variación en rodaleas naturales es importante para determinar la cantidad y tipo de variabilidad dentro de una especie.

El estudio de la variación natural de una especie en particular, primero debe determinar las diferencias

geográficas presentes en el área de distribución natural y después la variación que puede aparecer entre las categorías menores (ZOBEL, 1986).

El patrón de variación en la especie puede ser continuo (clinal) o discontinuo (ecotípico) (WRIGHT, 1976; ZOBEL, 1986).

ZANNOTTI, (1983) en un estudio con 6 especies de leguminosas en Guatemala encontró diferencias significativas al nivel del 5%, siendo L. leucocephala y G. sepium las que presentaron mayor crecimiento en altura y diámetro basal.

CAMPOS, (1985), en un estudio de variación genética e interacción genotipo-ambiente de Calliandra calothyrsus en Costa Rica encontró una tendencia clinal entre la temperatura media anual y media mínima del origen de las procedencias, con el tamaño de la semilla y el porcentaje de germinación, respectivamente. En plantación encontró una tendencia clinal positiva entre el crecimiento y la temperatura media del origen.

VASQUEZ, (1986) en un estudio de procedencias de Erythrina poeppigiana en Costa Rica detectó una tendencia clinal positiva entre el peso de la semilla con la elevación sobre el nivel del mar del lugar de origen; y

una tendencia clinal negativa entre el peso de la semilla y la temperatura media anual.

3.MATERIALES Y METODOS

3.1.CARACTERISTICAS DEL SITIO

El experimento está localizado en los terrenos de la Estación Experimental Los Diamantes, propiedad del Ministerio de Agricultura y Ganadería en Guápiles, Costa Rica, entre las coordenadas geográficas $83^{\circ} 46'$ longitud oeste y $10^{\circ} 15'$ latitud norte y a 250 msnm.

El área ocupada por el ensayo es de 1.5 ha y forma parte del Huerto Latinoamericano de Arboles Fijadores de Nitrógeno del proyecto AFN-CATIE.

El sitio se caracteriza por tener una precipitación media anual de 4536 mm, no presenta período seco definido (precipitación menor de 60 mm) siendo marzo el mes de menor precipitación con 185 mm y diciembre el de mayor precipitación con 572 mm. La temperatura media anual es de 24.7°C , con máximas de 28.4°C y una temperatura mínima de 20.3°C , (INSTITUTO METEOROLOGICO NACIONAL, 1990). En el Anexo 1 se observa la distribución de la precipitación promedio mensual en un período de 40 años, la evapotranspiración potencial en un período de quince años y las temperaturas máximas, mínimas y medias mensuales para un período de 28 años.

Según la clasificación de zonas de vida de HOLDRIDGE (1978), el terreno se encuentra en la zona de vida bosque muy húmedo Tropical.

El clima que prevaleció durante la medición y cosecha del material fue variable ya que hubo temperaturas medias mensuales que oscilaron entre 24.5 °C (julio) y 25 °C (junio) y con una precipitación media mensual entre 243 mm (setiembre) y 578 mm (julio) y con una precipitación anual de 4536 mm (ver Fig.1).

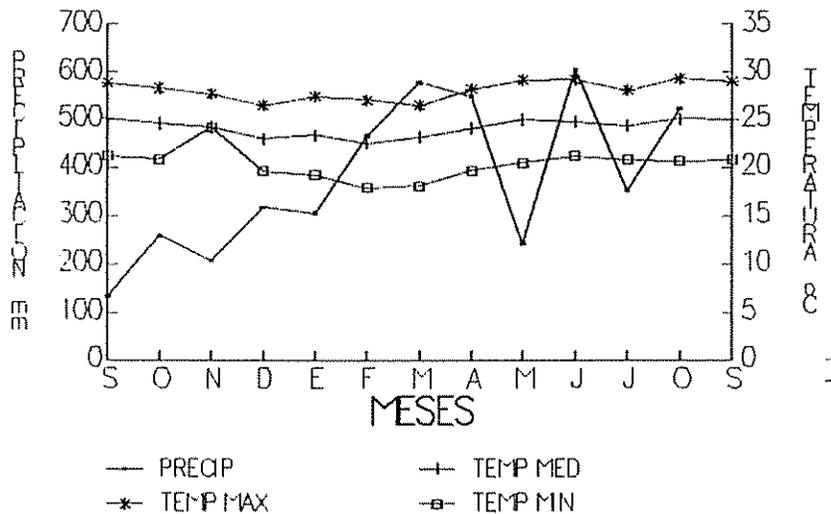


Fig.1: Precipitación y temperatura media mensual de set 88 a set 89 en Guápiles, Costa Rica.

El terreno fue utilizado anteriormente como potrero para ganado vacuno por medio de apartos. La vegetación predominante fue de gramíneas, las cuales se trataron con los herbicidas Glifosfato (Roundup) y Paraquat (Radex), Como mantenimiento se realizaron chapias periódicas cada 3 o 4 meses para el control de la maleza.

El suelo se clasifica como Typic Dystropepts (Inceptisol) de origen volcánico, ligeramente ácido, baja saturación de bases, de textura franco arenosa (70% arena: 25% limo: 5% arcilla) y buen drenaje. El Cuadro 1 resume las principales características químicas del perfil del suelo.

CUADRO 1: Análisis de suelo a dos profundidades del sitio experimental en la Estación Los Diamantes, Guápiles.

PROFUND. (CM)	BLOQUE	Ph H2O	M.O (%)	N (%)	P mg/L	K	Ca -----cmol (+)/l-----	Mg	Acid.Ext.	Cu ---mg/L---	Zn	Mn
0-20	I	5.0	7.66	0.31	4.0	0.10	2.52	0.63	0.75	5.5	0.7	9
20-40	I	5.0	7.73	0.28	4.0	0.09	3.66	0.70	0.75	5.3	1.4	8
0-20	II	5.0	9.45	0.39	6.0	0.11	2.05	0.55	0.75	6.2	1.2	9
20-40	II	5.1	9.11	0.28	4.0	0.07	1.82	0.48	1.90	4.6	0.6	4
0-20	III	5.0	4.90	0.30	4.0	0.07	1.79	0.43	0.80	4.6	0.9	7
20-40	III	5.0	6.83	0.40	4.0	0.06	1.43	0.37	0.60	4.5	0.6	6

3.2. ORIGEN DE LAS PROCEDENCIAS.

Fueron seleccionadas nueve procedencias y 167 familias colectadas por el Instituto Forestal de Oxford (OFI) en el área de distribución natural de la especie, desde el norte de Sinaloa en México hasta Pedasí-Los Santos en Panamá.

Las tres procedencias y familias de Costa Rica fueron colectadas por el personal del Proyecto Arboles Fijadores de Nitrógeno, CATIE, él cual proporcionó la semilla para el establecimiento del experimento. En la Figura 2 se pueden observar los sitios donde fueron recolectadas la semilla de cada procedencia.

La información de las variables geográficas y climáticas del origen de las 12 procedencias y 177 familias se presentan en el Cuadro 2. Cada procedencia está compuesta por un número variable de familias (Cuadro 2); la identificación de la semilla colectada por OFI tiene 6 dígitos, los dos primeros corresponden al lugar de donde proviene la semilla; los dos siguientes son el año de recolección de la semilla y los dos últimos dígitos corresponden a la familia dentro de la procedencia.

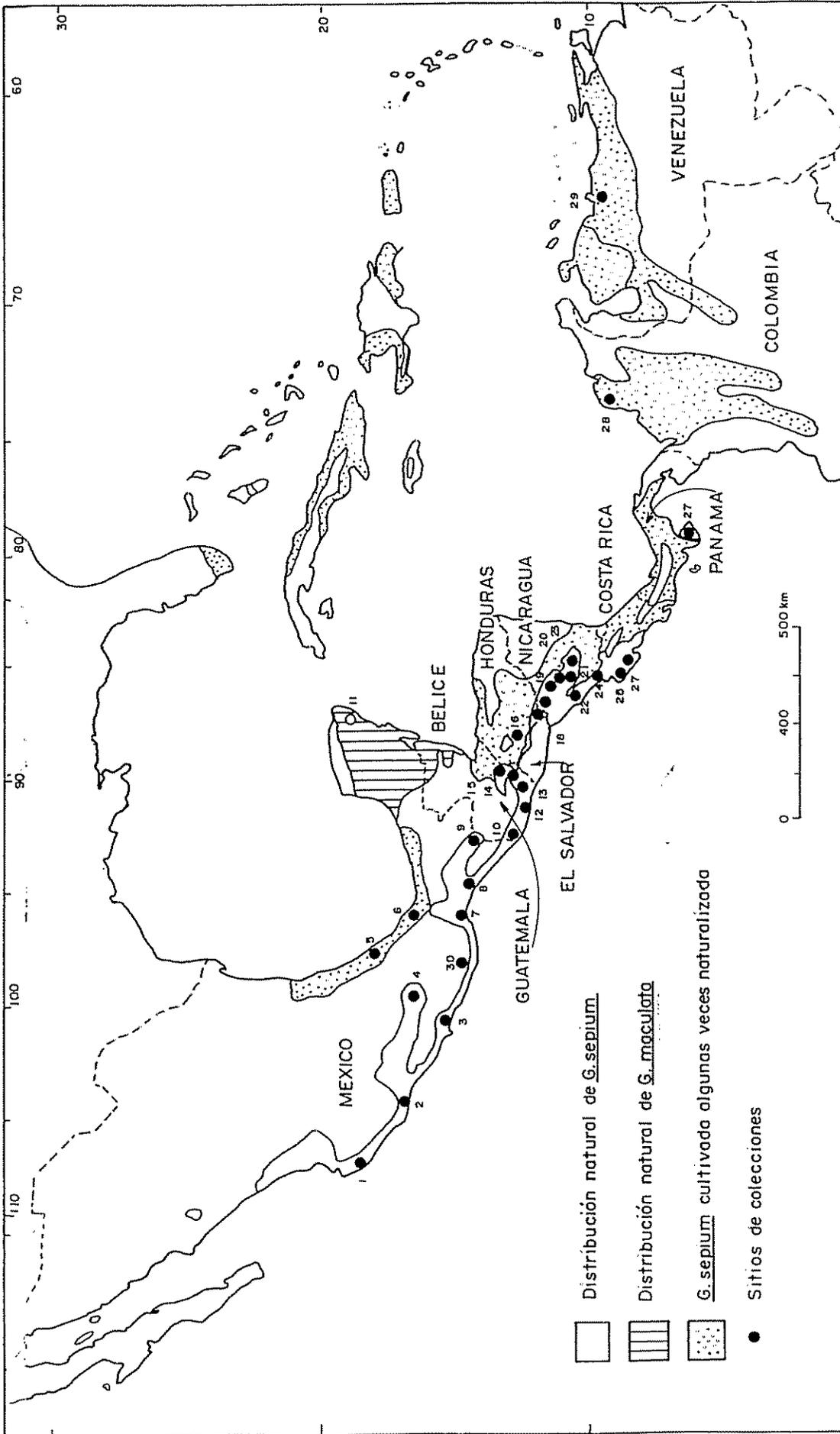


FIG 2 : DISTRIBUCION NATURAL DE *GLIRICIDIA SEPIUM* Y UBICACION DE LOS SITIOS DE LAS COLECCIONES DE SEMILLAS .

Fuente: HUGHES, 1969.

Cuadro 2: Valores de las variables geográficas y climáticas de las 12 procedencias de G. sepium utilizadas en el experimento.

IDENTIFICACION Código	SITIO	PAIS	LAT.N	LONG.0	ALT (msnm)	PRECIPIT. (mm)	Nº MSECOS	TEMP (oC)	Z.V.	Nº FAM.
00-A1	Playa Grande	CostaRica	10°18'	85°50'	0-5	1296	5	25.0	bms-T	3
00-A2	Cañas	CostaRica	10°30'	85°08'	100	1774	5	27.0	bs-T	3
00-A4	La Garita	CostaRica	09°05'	84°21'	500	1956	4	21.4	bh-T	4
13-86	Los Santos	Panamá	07°32'	80°04'	5-10	1351	5	26.7	bs-T	20
14-86	Rivas	Nicaragua	11°37'	85°48'	75	1156	6	26.5	bs-T	15
16-84	Vado Hondo	Guatemala	14°44'	89°30'	540-500	877	6	25.6	bms-T	17
17-84	Monterrico	Guatemala	13°54'	90°29'	5	1714	6	27.1	bs-T	20
25-84	Masaguara	Honduras	14°16'	87°58'	825	1103	6	25.4	bs-T	15
34-85	Palmasoía	México	19°46'	96°25'	10-50	1130	8	25.7	bs-T	20
35-85	San Mateo	México	16°13'	94°58'	10-30	1041	8	27.2	bs-T	20
37-85	Chiapas	México	16°18'	92°22'	600-700	1029	6	22.6	bs-T	20
38-85	Playa Azul	México	18°04'	102°34'	0-30	884	7	27.5	bms-T	20

CODIGO: Número de identificación de la fuente de semilla.
Nº MSECOS: Número de meses con precipitación menor de 60 milímetros.
Z.V: Zona de vida según Holdridge.
Nº FAM: Número de familias dentro de procedencia incluídas en este estudio.

El material de Costa Rica se identifica por una letra con un dígito que corresponde al sitio de procedencia y los dos dígitos siguientes representan la familia dentro de la procedencia, la semilla se colectó en 1986.

3.3. DISEÑO EXPERIMENTAL

El experimento se planteó como un ensayo completamente al azar con tres repeticiones. En cada bloque se distribuyeron al azar las 12 procedencias, las 177 familias y los 12 individuos de cada familia. El espaciamiento utilizado fue 1.5m X 1.5m entre filas y entre los árboles de cada fila.

Las plántulas se produjeron como pseudoestacas con 25 cm de tallo y 25 cm de raíz y se plantaron en junio de 1988.

Tanto a nivel de vivero como a los 3 meses después de plantados en el campo, se hicieron evaluaciones de crecimiento, producción y calidad de biomasa (JON LLAP, 1989 y MENDIETA, 1989).

3.4. VARIABLES ANALIZADAS

En el presente estudio se analiza el crecimiento y producción de biomasa a los 12 meses después de la

siembra en el campo. El trabajo de medición se llevó a cabo durante el período comprendido entre los meses de junio y setiembre de 1989.

3.4.1 Crecimiento

Las variables de crecimiento consideradas a los 12 meses de edad para ser analizadas fueron:

Altura Total de la planta (cm): Se midió desde el nivel del suelo hasta el ápice terminal más alto del árbol; se utilizó una regla graduada al centímetro.

Diámetro basal del brote más largo (cm): Se midió a los 5 cm de la base del brote más largo con un calibrador con aproximación al décimo de milímetro.

Longitud del brote más largo (cm): Se midió desde el inicio del brote hasta el ápice del mismo.

Número de brotes: Se contaron los brotes que se encuentran en el tallo principal abajo de 1.3 m (dap).

3.4.2 Producción de Biomasa

Las variables de producción analizadas a los 12 meses de edad fueron:

Biomasa seca por árbol: Se cortaron todos los brotes de cada árbol, dejando un tocón con una altura de 75 cm, y se procedió a cuantificar la producción de biomasa total aérea fresca, separándola en dos componentes: uno constituido por las hojas y el tallo tierno (diámetros menores de 2.5 cm), y el otro por el tallo leñoso.

Para estimar la producción de biomasa seca en cada componente se pesaron por separado el material comestible y el leñoso fresco; luego se extrajo una muestra de 250-300 gr de material fresco de los dos componentes y se secó al horno a temperatura de 65 °C con ventilación forzada, hasta llegar a peso seco constante. La relación utilizada para determinar el peso de la biomasa seca fue la siguiente:

$$PSC/PFC = PSMC/PFMC$$

$$PST/PFT = PSMT/PFMT$$

$$PSTOTAL = PSC + PST$$

Donde:

PSC=Peso seco componente comestible (hoja y tallo tierno).

PFC=Peso fresco componente comestible (hoja y tallo tierno).

PSMC = Peso seco de la muestra de componente comestible.

PFMC = Peso fresco de la muestra de componente comestible.

PST = Peso seco componente de tallo leñoso.

PFT = Peso fresco componente de tallo leñoso.

PSMT = Peso seco de la muestra de tallo leñoso.

PFMT = Peso fresco de la muestra de tallo leñoso.

Porcentaje de materia seca: Para estimar el porcentaje de materia seca para los componentes comestible y leñoso se utilizaron muestras de 250-300 gr peso fresco para cada componente y se secaron al horno a temperatura de 65 °C. Se utilizó la siguiente relación para calcular el porcentaje de materia seca:

$$PMSC = (PSC/PFC)*100$$

$$PMST = (PST/PFT)*100$$

donde:

PMSC = Porcentaje de materia seca comestible.

PMST = Porcentaje de materia seca leñosa.

Durante el desarrollo del trabajo de campo no se observaron problemas con plagas ni enfermedades que afectaran el follaje de los árboles.

3.5. ANALISIS ESTADISTICO

Para estudiar la variabilidad genética con respecto a las variables de crecimiento y producción de biomasa seca se empleó el diseño estadístico anidado.

En este diseño no hay interacción entre las familias de las procedencias es por eso que se hace una jerarquización dentro de cada procedencia para cada familia y cada individuo.

El modelo correspondiente al diseño anidado es el siguiente:

$$Y_{ijkl} = \underline{M} + B_i + P_{ij} + F(ij)_k + E(ijk)_l.$$

donde:

Y_{ijkl} : es cualquier variable medida.

\underline{M} : es el efecto de la media poblacional.

B_i : es el efecto del bloque i -ésimo.

P_{ij} : es el efecto de la j -ésima procedencia en el bloque i -ésimo.

$F(ij)_k$: es el efecto de la k -ésima familia de la j -ésima procedencia en el bloque i -ésimo.

$E(ijk)_l$: es el error experimental.

Con los datos recopilados en este estudio se procedió a realizar los análisis estadísticos empleando

el programa SAS (SAS, 1987), disponible en el centro de Cómputo del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza.

Los análisis efectuados fueron: La prueba de homogeneidad de Varianzas para las características de crecimiento y producción. El análisis de varianza (ANOVA) para cada variable se hizo por separado y se calcularon los componentes de varianza para cada fuente de variación en cada variable de crecimiento y producción.

Se utilizó la prueba de comparaciones múltiples de Tukey para comparar las variables entre procedencias y entre familias dentro de procedencias.

Además se calcularon las correlaciones entre las características del origen y las variables de crecimiento y producción de biomasa.

Se utilizó el análisis multivariado discriminante, para el análisis de la estructura natural de la población. Con este procedimiento se calcularon las distancias generalizadas de Mahalanobis, lo que permitió identificar entre cuales procedencias hay una mayor variación. Y por último se efectuó la clasificación de las familias de acuerdo a las procedencias que más se asemejen en crecimiento y producción de biomasa.

4.RESULTADOS Y DISCUSION

4.1.VARIABILIDAD GENETICA EN LAS PROCEDENCIAS Y FAMILIAS.

4.1.1.CRECIMIENTO.

En el Cuadro 3 se presentan los resultados del análisis de varianza para las variables de crecimiento en altura total, número de brotes, longitud y diámetro basal del brote más largo. Como se puede apreciar, las diferencias fueron altamente significativas ($P>0.0001$) entre bloques, procedencias y familias dentro de procedencias para todas las variables. Los componentes de varianza entre procedencias fueron de 18% para altura total, de 19% para el número de brotes, de 17% para la longitud del brote más largo y de 21% para el diámetro basal del brote más largo, estos valores se consideran altos. Los componentes de varianza entre familias dentro de procedencias fueron de: 5% para la altura total, de 3% para el número de brotes, de 4% para la longitud del brote más largo y de 2% para el diámetro basal a 5 cm, considerándose bajos. Los resultados reflejan una mayor variación entre las procedencias estudiadas que entre las familias dentro de procedencias. La variación entre individuos dentro de familias fue mayor ya que los componentes de varianza fueron de 66% para altura total, de 77% para el número de brotes, de 62% para la longitud

CUADRO 3: Análisis de varianza y prueba de Tukey (5%) para las diferentes variables entre 12 procedencias y familias de *G. sepium* en Costa Rica a los 12 meses.

F.V.	ALTURA TOTAL			NUMERO DE BROTES			LONGITUD DEL BROTE MAS LARGO			DIAMETRO BASAL A 5 cm					
	gl	CM	CV(%)	F.V.	gl	CM	CV(%)	F.V.	gl	CM	CV(%)	F.V.	gl	CM	CV(%)
BLOQUE	2	730536***	11	BLOQUE	2	3.91NS	1	BLOQUE	2	1059856***	16	BLOQUE	2	68.5***	9
PROCEDENCIA	11	302316***	18	PROCEDENCIA	11	384.5***	19	PROCEDENCIA	11	268108***	17	PROCEDENCIA	11	36.0***	21
FAMILIA(PROC)	165	8219***	50	FAMILIA(PROC)	165	8.6***	3	FAMILIA(PROC)	165	6760***	5	FAMILIA(PROC)	165	0.5***	2
ERROR	5744	2312	66	ERROR	5744	3.5	77	ERROR	5744	2025	62	ERROR	5744	0.2	68
TOTAL	5922		100	TOTAL	5922		100	TOTAL	5922		100	TOTAL	5922		100

PROCEDENCIAS	MEDIA		PR<0.05	PROCEDENCIAS	MEDIA		PR<0.05	PROCEDENCIAS	MEDIA		PR<0.05
	(cm)	(cm)			(cm)	(cm)					
CAÑAS, C.R.	278.8	7.3		LOS SANTOS, PANAMA	288.8	7.3		CAÑAS, C.R.	288.8	7.3	
LA GARITA, C.R.	276.5	6.4		MONTEERRICO, GUATE.	287.4	6.4		MASAGUARA, HONDURAS	287.4	6.4	
VADO HONDO, GUATE.	270.5	6.2		LA GARITA, C.R.	283.3	6.2		LA GARITA, C.R.	283.3	6.2	
MASAGUARA, HONDURAS	269.2	6.0		PLAYA GRANDE, CR	281.7	6.0		VADO HONDO, GUATE.	281.7	6.0	
RIVAS, NICARAGUA	262.2	6.0		PLAYA AZUL, MEXICO	279.2	6.0		RIVAS, NICARAGUA	279.2	6.0	
SAN MATEO, MEXICO	223.8	5.8		VADO HONDO, GUATE.	248.2	5.8		CHIAPAS, MEXICO	248.2	5.8	
PLAYA AZUL, MEXICO	223.2	5.8		CAÑAS, C.R.	238.9	5.8		CHIAPAS, MEXICO	238.9	5.8	
LOS SANTOS, PANAMA	215.8	5.5		RIVAS, NICARAGUA	237.3	5.5		SAN MATEO, MEXICO	237.3	5.5	
CHIAPAS, MEXICO	215.0	5.0		MASAGUARA, HONDURAS	233.9	5.0		PLAYA AZUL, MEXICO	233.9	5.0	
MONTEERRICO, GUATE.	214.6	4.9		SAN MATEO, MEXICO	231.9	4.9		LOS SANTOS, PANAMA	231.9	4.9	
PALMA SOLA, MEXICO	210.7	4.6		PALMA SOLA, MEXICO	230.0	4.6		MONTEERRICO, GUATE.	230.0	4.6	
PLAYA GRANDE, CR	208.3	4.3		CHIAPAS, MEXICO	227.5	4.3		PLAYA GRANDE, CR	230.0	4.6	
								PLAYA AZUL, MEXICO	227.5	4.3	

F.V.:fuente de variación

gl:grados de libertad

CV(%):componente de la varianza

En la prueba de Tukey las procedencias con la media con igual letra no son significativas al nivel de 5%.

del brote más largo y de 67% para el diámetro basal del brote más largo. Esta variación se debe a que el material utilizado para este experimento proviene de árboles de polinización abierta donde los individuos dentro de una familia son medios hermanos con una constitución genética diferente a menos que haya una alta endogamia. Además el diseño estadístico influyó en los resultados ya que los individuos de cada familia por procedencia se aleatorizaron dentro de cada bloque.

JON LLAP (1989) obtuvo resultados similares para algunas de las variables en estudio. Encontró diferencias significativas en las variables de altura total de la planta, número de brotes y longitud del brote más largo entre las 12 procedencias. La mayor variabilidad genética la detectó entre individuos dentro de familias.

Estudios llevados a cabo por BUMATAY (1987) en Filipinas y GLOVER (1986) en Costa Rica y Hawaii, indican que existen diferencias significativas entre procedencias; sin embargo, la mayor variación detectada fue dentro de procedencias para altura total y diámetro basal. Esto concuerda con lo observado en este ensayo.

4.1.1.1. Altura total.

Las procedencias de Cañas (00-A2), La Garita (00-A4), Vado Hondo (16-84), Masaguara (25-84) y Rivas (14-86) fueron estadísticamente diferentes a las restantes, y superan en más de un 17% al grupo de menor altura compuesto por las procedencias de Los Santos (13-86), Chiapas (37-85), Monterrico (17-84), Palmasola (34-85) y Playa Grande (00-A2) (Cuadro 3, Fig.3).

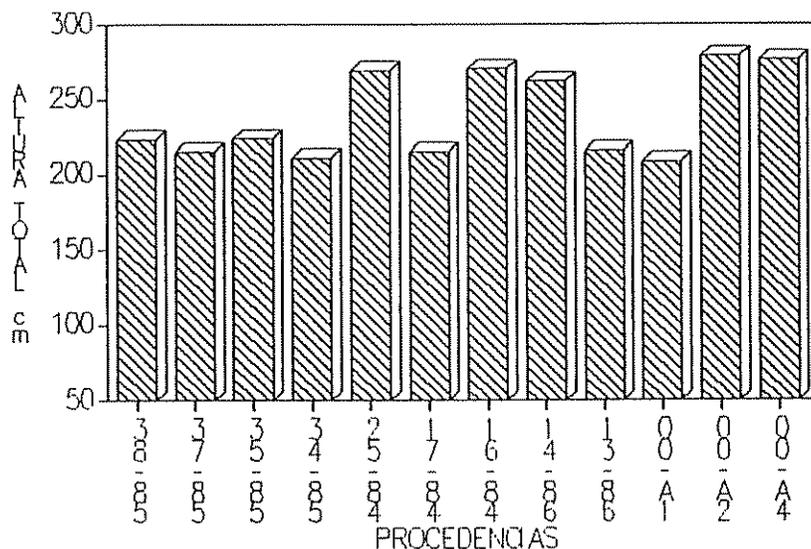


Fig.3: Distribución de la altura total promedio de las 12 procedencias de *G. sepium* en Guápiles, Costa Rica a los 12 meses de edad.

Al comparar los promedios de altura total se obtuvo que la procedencia Cañas (287.8 cm) superó en un 25% a la de Playa Grande (208.3 cm), que fue la de menor altura; y en un 19% a la media general del ensayo (233 cm).

Al comparar estos resultados con los reportados para las mismas procedencias en otros sitios, se obtuvo que las procedencias de Vado Hondo, Masaguara y Monterrico presentaron mejor crecimiento al reportado por AMARA (1987) en Sierra Leona a los 12 meses, donde obtuvieron una altura de 145 cm, 167 cm y 133 cm, respectivamente. En Africa ATTA KRAH, (1987) reportó un crecimiento inferior al encontrado en este estudio; la procedencia de Monterrico presentó una altura inferior a 205 cm y las de Vado Hondo y Masaguara presentaron alturas de más de 230 cm a los 12 meses.

En la Estación Experimental El Recreo (1990), en Nicaragua, se reportaron alturas a los 12 meses para las procedencias de Vado Hondo, Monterrico, Sam Mateo y Los Santos de 237 cm, 171 cm, 152 cm y 141 cm respectivamente, resultando inferiores a las obtenidos en este trabajo; esto puede atribuirse a que el sitio presenta un período seco definido completamente diferente a las condiciones imperantes en el sitio de Guápiles.

La altura de las procedencias de Masaguara y Rivas fue de 269 cm y 262 cm, respectivamente en Guápiles a los 12 meses. FERNANDES (1989) en Perú a los 6 meses reportó que plantas de las mismas procedencias alcanzaron alturas de 116 cm y 98 cm superando a la media general en un 55% y 31%, respectivamente.

La altura total de las procedencias de Masaguara, Vado Hondo, Rivas y Monterrico en este estudio son muy comparables con las obtenidas en otros ensayos, siendo estas diferencias consistentes con lo observado en Guápiles, Costa Rica.

En una encuesta, SANCHEZ, (1987) indicó que el uso principal de la especie por finqueros en Costa Rica es como cerco vivo; se usa alrededor de los potreros en un 67 por ciento de los casos y para marcar el límite de fincas en un 56 por ciento de los casos.

Si el criterio para seleccionar procedencias es su establecimiento en sistemas agroforestales como: cercas vivas, producción de leña, puntales para banano y/o tutores para agricultura, la altura total debe ser de 1,5 m hasta 3 m (MORA, 1983; SALAZAR, 1989), las procedencias que obtuvieron mayor altura merecen ser tomadas en cuenta para estos sistemas agroforestales.

4.1.1.2. Número de brotes.

La procedencia con mayor número de brotes promedio fue la de Los Santos (13-86) con 7 brotes, superando a la procedencia de Chiapas (37-85) que fue la de menor número de brotes en un 43% y en un 30% a la media general (Cuadro 3 y Fig. 4). Resultados similares para la procedencia de Los Santos han sido reportados por JON LLAP (1989) y el Centro Experimental El Recreo, (1990).

ATTA KRAH (1987), indica que la procedencia de Monterrico fue la de mayor número de brotes al compararla con 13 procedencias. Estos resultados son consistentes con los obtenidos en este trabajo, ya que esta procedencia se encuentra entre las de mayor cantidad de brotes y supera a la media general en un 13 %.

Las procedencias de Los Santos, Monterrico, Vado Hondo y San Mateo presentaron promedios de brotes mayores a los obtenidos en el Centro Experimental El Recreo (1990) en Nicaragua (4.5; 3.6; 3.16 y 2.5 respectivamente).

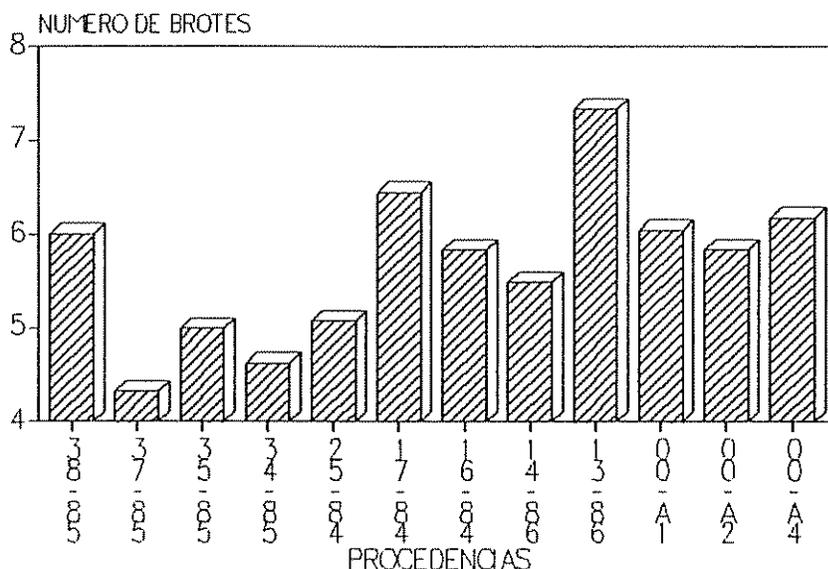


Fig.4: Distribución del número de brotes promedio de las 12 procedencias de *G. sepium* en Guápiles, Costa Rica a los 12 meses de edad.

Las procedencias de Palmasola (34-85) y Chiapas (37-85) son las más aconsejables si el objetivo es el asocio con cultivos agrícolas, se considera que la planta deseable debería presentar una copa ancha de follaje fino, que permita que se filtre la luz (MORA, 1983), poca susceptibilidad a cambios ambientales, asociada con valores bajos en el número de brotes por planta. Sin embargo, si lo que se desea es mayor producción de forraje, las procedencias de La Garita (00-A4), Los Santos (13-86) y Monterrico (17-84) serían las más adecuadas.

4.1.1.3. Longitud del brote más largo.

Los resultados indican que la variable longitud del brote más largo presentó diferencias significativas entre procedencias (Cuadro 3). En la figura 5 se aprecian las procedencias con las mayores longitudes del brote, sobresaliendo las procedencias de Cañas con 289 cm, Masaguara con 287 cm, La Garita con 283 cm, Vado Hondo con 281 cm y Rivas con 279 cm. Todas estas procedencias superan la media general del experimento (250 cm) en más del 11%, y al compararlas con la procedencia de Palmasola, la de menor longitud, la superan en más de 23% (Cuadro 3 y Fig.5). De acuerdo a la prueba de Tukey estas procedencias son estadísticamente diferentes de las restantes pero no entre ellas.

Resultados similares obtuvo JON LLAP (1989) para plantas de tres meses donde estas procedencias fueron las más sobresalientes y superan a la media general en más de un 3%.

Estas diferencias son importantes ya que se puede seleccionar material para cercas vivas, puntales para banano, soportes vivos y/o leña donde se requieren longitudes de 1.5m a 3 m (SALAZAR 1989).

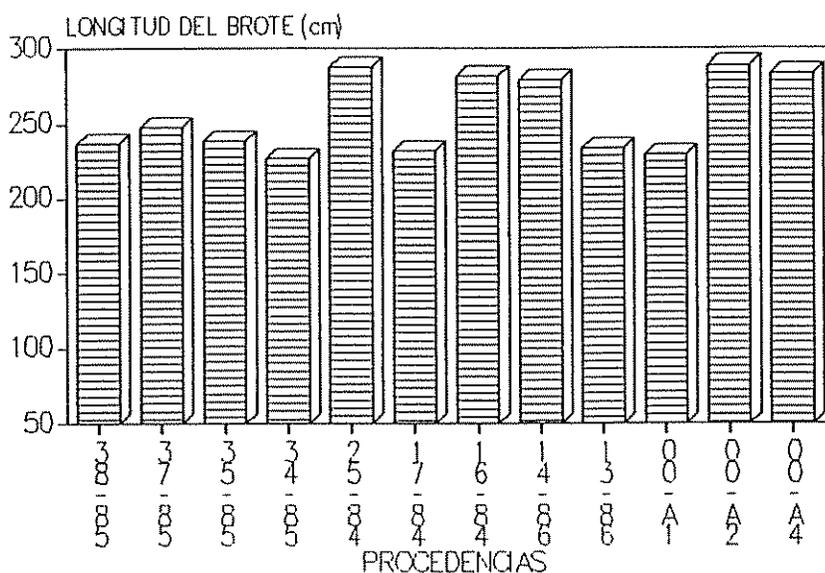


Fig.5: Distribución de la longitud del brote más largo de las 12 procedencias de *G. sepium* en Guápiles, Costa Rica a los 12 meses.

4.1.1.4. Diámetro basal del brote más largo.

La figura 6 muestra las diferencias en diámetro basal para las procedencias en estudio. De acuerdo al análisis de varianza estas diferencias son altamente significativas (Cuadro 3).

Las procedencias con el mayor diámetro basal fueron las de Masaguara con 2.9 cm y Vado Hondo con 2.8 cm. Al compararlas con la media general del ensayo que fue de

2.5 cm, estas dos la superan en más de un 12% y al compararlas con la procedencia de Playa Azul, que fue la de menor diámetro basal; la superan en más de un 32%. Las procedencias de Masaguara y Vado Hondo son estadísticamente diferentes de las restantes pero no entre ellas.

Al comparar el crecimiento en diámetro basal en otro sitio, las procedencias de Vado Hondo, Monterrico, San Mateo y Los Santos mostraron mejor crecimiento al reportado por el Centro Experimental El Recreo (1990) a los 12 meses, donde obtuvieron diámetros de 2.81 cm; 2.10 cm; 1.90 cm y 1.52 cm, respectivamente. Lo que indica que estas procedencias, tal vez, manifiestan un comportamiento susceptible a cambios en el ambiente, aspecto importante al seleccionar procedencias.

Valores menores para el diámetro basal han sido reportados por AMARA (1987) en Sierra Leona para las procedencias de Vado Hondo, Masaguara y Monterrico, donde obtuvo a los 12 meses diámetros de 2.77 cm; 2.77 cm y 2.55 cm respectivamente.

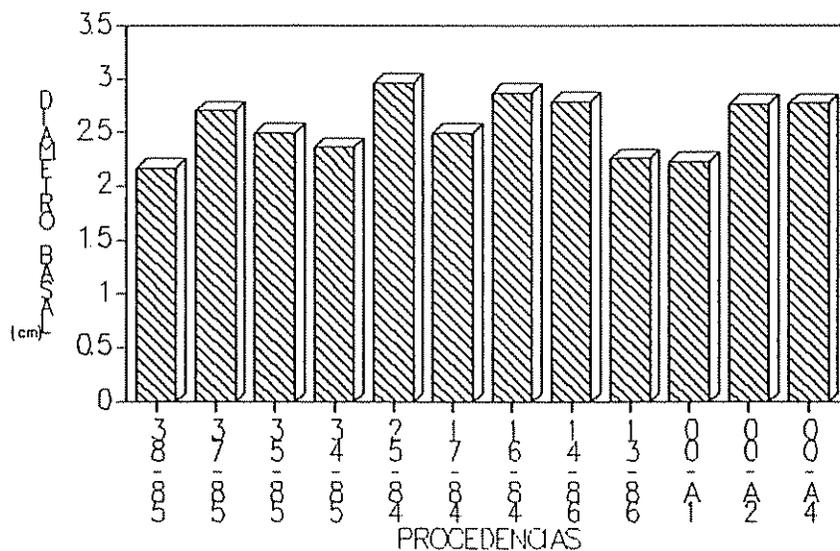


Fig.6: Distribución del diámetro basal de las 12 procedencias de G. sepium en Guápiles, Costa Rica a los 12 meses.

Según SALAZAR (1989) y MORA (1983) los diámetros entre 2.5 y 10.5 cm son las dimensiones más recomendables para los tipos de postes utilizados en los cercos vivos, puntales para banano y tutores para agricultura. Las dimensiones alcanzadas para diámetro basal y longitud del brote por las procedencias de Masaguara, Vado Hondo, Rivas, La Garita, Cañas y Chiapas indican que pueden ser utilizadas como postes para los diferentes tipos de sistemas de producción.

Los análisis de varianza y la prueba de Tukey($P < 0.05$) mostraron diferencias estadísticamente significativas entre familias dentro de procedencias. En la procedencia de Chiapas no se encontró diferencias significativas entre familias para las variables de crecimiento, sin embargo JON LLAP (1989), reportó diferencias significativas en altura total entre las familias 18 y 1 de esta misma procedencia.

Los resultados obtenidos indican que hay gran variabilidad entre familias dentro de procedencias para longitud y diámetro basal del brote más largo, por lo que se identificaron las familias de las procedencias de Cañas (Anexo 3), La Garita (Anexo 5), Masaguara (Anexo 7), Rivas (Anexo 9), Vado Hondo (Anexo 10), San Mateo (Anexo 11) y Monterrico (Anexo 13), como las familias que superan a la media general.

En la Figura 7 se aprecian aquellas familias que presentaron valores superiores a la media general en las variables de crecimiento altura y número de brotes; las familias corresponden en su mayoría a las procedencias de Cañas (Anexo 3), La Garita (Anexo 5), Rivas (Anexo 9), Vado Hondo (Anexo 10) y Monterrico (Anexo 13); también se observaron una o dos familias de las procedencias de

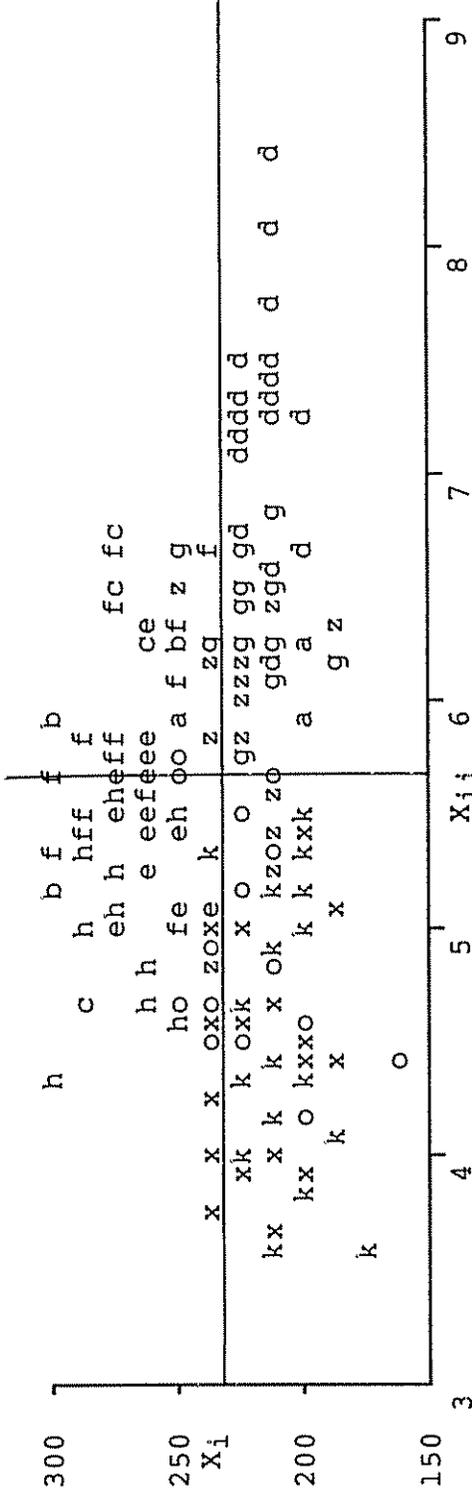
Playa Grande (Anexo 4), San Mateo (Anexo 11) y Playa Azul (Anexo 12).

Existe un gran número de familias dentro de procedencias que no presentan crecimientos superiores en altura y número de brotes, simultáneamente; tal es el caso de la procedencia de Los Santos (Anexo 6) puesto que todas sus familias superan en el número de brotes a la media general en más de un 9% pero no en altura.

La mayoría de las familias de las procedencias de México presentaron valores menores de altura y número de brotes con relación a las demás procedencias, lo que indica que su uso como forraje es limitado para las condiciones donde se llevó a cabo este estudio.

En términos generales, se han encontrado grandes diferencias a nivel de procedencias y familias, por lo que se considera adecuado hacer una selección a partir de estas diferencias. Si se escogen las procedencias con promedios superiores a la media general para las variables de altura y número de brotes, se obtienen valores de diferencial de selección de un 16% y 10%, respectivamente.

ALTURA (cm)



- a:Playa Grande
- b:Cañas
- c:La Garita
- d:Los Santos
- e:Rivas
- f:Vado Hondo
- g:Monterrico
- h:Masaguara
- k:Palmasola
- o:San Mateo
- x:Chiapas
- z:Playa Azul

X_i :media general de altura
 X_{ii}: media general de número de brotes

Figura 7:Número de brotes promedios en función de la altura total promedio entre familias dentro de procedencias de Gliciridia sepium en Guapiles, Costa Rica a los 12 meses.

El valor del diferencial de selección aumentará conforme se aumente la intensidad de selección entre las familias dentro de procedencias, por lo que se recomienda hacer una selección a nivel de familias, tomando en cuenta la intensidad de selección.

4.1.2.PRODUCCION DE BIOMASA.

Este análisis contempló la producción de biomasa aérea separada en los componentes de biomasa seca comestible, porcentaje de materia seca comestible y leñosa, biomasa seca leñosa y biomasa seca total. En el Cuadro 4 se presenta los resultados del análisis.

En cuanto a producción se obtuvo diferencias altamente significativas al nivel de 0.0001, para los diferentes componentes de la biomasa; no se encontró diferencia estadísticamente significativa para el porcentaje de materia seca leñosa.

La variabilidad debida a individuos dentro de familias fue mayor de 60% en todas las variables de rendimiento. La variabilidad genética en conjunto fue mayor que la debida al ambiente en las variables biomasa seca comestible, leñosa y total; el porcentaje de materia seca comestible mostró mayor variabilidad entre bloques

que entre procedencias. Esta fuente de variación tiene componentes genéticos y ambientales que no se encuentran separados, lo que indica que el ambiente está influyendo en los resultados obtenidos y, por lo tanto, hay que ser cuidadosos en la interpretación de los mismos (Cuadro 4).

Además, la variabilidad genética entre procedencias fue de un 33% en la biomasa seca comestible; de 25% en biomasa seca leñosa y de 28% en la biomasa seca total. La variabilidad genética entre familias dentro de procedencias fue de 3% en la biomasa seca comestible; de 1% en el porcentaje de materia seca comestible; de 3% en la biomasa seca leñosa y de 3% en la biomasa seca total.

El porcentaje de materia seca comestible de la procedencia de Palmasola es estadísticamente diferente a las procedencias de Cañas, Monterrico, Rivas, Masaguara, La Garita, Los Santos y Playa Grande ya que presentó el valor más alto, superando a la procedencia de Playa Grande en un 18% y a la media general del ensayo en un 9%.

La procedencia de La Garita se encuentra entre las de menor porcentaje de materia seca comestible; la

CUADRO 4: Análisis de varianza y prueba de Tukey (5%) para las diferentes variables entre 12 procedencias y familias de *G. sepium* a los 12 meses de plantado.

F.V.	BIOMASA COMESTIBLE SECA			PORCENTAJE MATERIA SECA COMESTIBLE			BIOMASA LEÑOSA SECA			BIOMASA TOTAL SECA					
	gl	CM	CV(%)	F.V.	gl	CM	CV(%)	F.V.	gl	CM	CV(%)	F.V.	gl	CM	CV(%)
BLOQUE	2	2.0 ***	1	BLOQUE	2	1338.1 ***	2	BLOQUE	2	183.2 ***	12	BLOQUE	2	211.5 ***	9
PROCEDENCIA	11	17.5 ***	33	PROCEDENCIA	11	280.5 ***	1	PROCEDENCIA	11	95.7 ***	25	PROCEDENCIA	11	175.3 ***	28
FAMILIA(PROC)	165	0.2 ***	3	FAMILIA(PROC)	165	38.2 NS	1	FAMILIA(PROC)	165	1.2 ***	3	FAMILIA(PROC)	165	2.1 ***	3
ERROR	5399	0.07	63	ERROR	5398	35.1	96	ERROR	5352	0.5	60	ERROR	5103	0.9	60
TOTAL	5577		100	TOTAL	5576		100	TOTAL	5530		100	TOTAL	5281		100
PROCEDENCIAS		MEDIA	PR<0.05	PROCEDENCIAS		MEDIA	PR<0.05	PROCEDENCIAS		MEDIA	PR<0.05	PROCEDENCIAS		MEDIA	PR<0.05
		(kg/árbol)				(%)				(kg/árbol)				(kg/árbol)	
LA GARITA,COSTA RICA		0.89		PALMA SOLA,MEXICO		21.40		LA GARITA,COSTA RICA		2.14		LA GARITA,COSTA RICA		2.97	
CAÑAS,COSTA RICA		0.80		PLAYA AZUL,MEXICO		19.92		CAÑAS,COSTA RICA		2.03		CAÑAS,COSTA RICA		2.77	
MASAGUARA,HONDURAS		0.72		SAN MATEO,MEXICO		19.88		VADO HONDO, GUATEMALA		1.81		VADO HONDO, GUATEMALA		2.45	
MONTEERRICO, GUATEMALA		0.65		CHIAPAS,MEXICO		19.82		MASAGUARA, HONDURAS		1.69		MASAGUARA, HONDURAS		2.40	
VADO HONDO, GUATEMALA		0.63		VADO HONDO, GUATEMALA		19.70		RIVAS, NICARAGUA		1.31		MONTEERRICO, GUATEMALA		1.80	
RIVAS, NICARAGUA		0.49		CAÑAS, COSTA RICA		19.60		MONTEERRICO, GUATEMALA		1.16		RIVAS, NICARAGUA		1.79	
CHIAPAS, MEXICO		0.36		MONTEERRICO, GUATEMALA		19.13		CHIAPAS, MEXICO		0.80		CHIAPAS, MEXICO		1.16	
LOS SANTOS, PANAMA		0.34		RIVAS, NICARAGUA		19.07		PLAYA AZUL, MEXICO		0.79		SAN MATEO, MEXICO		1.08	
PLAYA GRANDE, CR		0.32		MASAGUARA, HONDURAS		19.04		SAN MATEO, MEXICO		0.77		LOS SANTOS, PANAMA		1.07	
SAN MATEO, MEXICO		0.31		LA GARITA, COSTA RICA		18.99		PLAYA GRANDE, CR		0.74		PLAYA AZUL, MEXICO		1.05	
PLAYA AZUL, MEXICO		0.26		LOS SANTOS, PANAMA		18.73		LOS SANTOS, PANAMA		0.73		PLAYA GRANDE, CR		1.06	
PALMA SOLA, MEXICO		0.20		PLAYA GRANDE, CR		18.65		PALMA SOLA, MEXICO		0.57		PALMA SOLA, MEXICO		0.77	

***: (p<0.0001)

F.V.: fuente de variación

gl: grados de libertad

CV(%): componente de la varianza

En la prueba de Tukey las procedencias con la media con igual letra no son significativas al nivel de 5%.

magnitud de la variación es baja (Fig. 8) de un 3% por debajo de la media general.

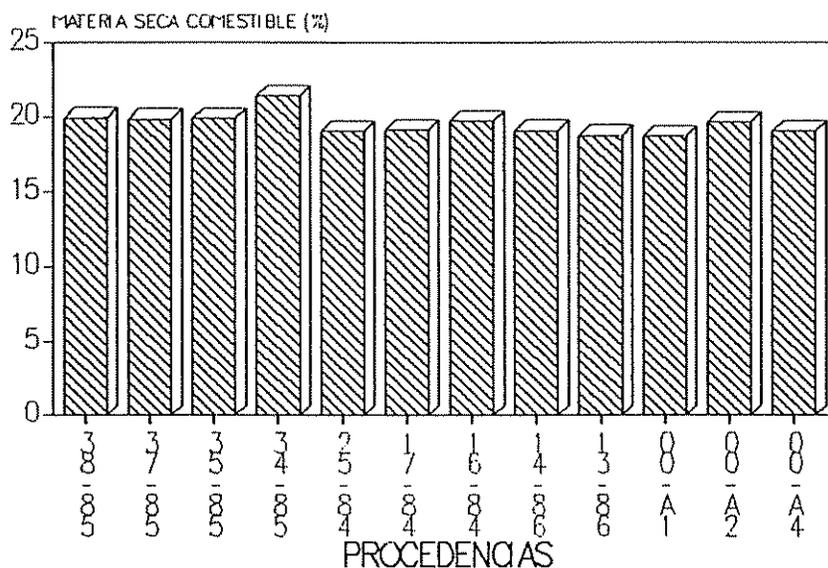


Fig.8: Distribución del porcentaje de materia seca comestible de las 12 procedencias de G. sepium en Guápiles, Costa Rica a los 12 meses.

HERRERA (1989), reportó valores de porcentaje de materia seca comestible de un 23.9% y una producción de biomasa comestible de 0.78 kg/árbol; los resultados indican que la procedencia de La Garita tiene mayor producción y la supera en más de un 12%.

La procedencia de La Garita se considera estadísticamente diferente a las otras, en cuanto a producción de biomasa, pues le corresponden los mejores valores (Cuadro 4), con pesos de 0.89 kg/árbol del componente comestible y de 2.14 kg/árbol del componente leñoso. Supera a la procedencia de Palmasola en un 77% en biomasa comestible, 73% en biomasa leñosa y total. Al comparar a La Garita con la producción media del ensayo, ésta la supera en un 102% en biomasa seca comestible; en un 100% en biomasa seca leñosa y en un 95% en biomasa seca total (Fig.9).

MENDIETA (1989), menciona que la procedencia de La Garita presentó los valores más altos en nitrógeno con 46,4 g/kg; un porcentaje de proteína cruda de 29% y un porcentaje de digestibilidad de 62%. La procedencia Palmasola tuvo valores intermedios para las mismas variables tomando en cuenta la producción de biomasa y los valores de nitrógeno, porcentaje de proteína cruda y digestibilidad; se considera que la procedencia de La Garita puede ser de utilidad como forraje.

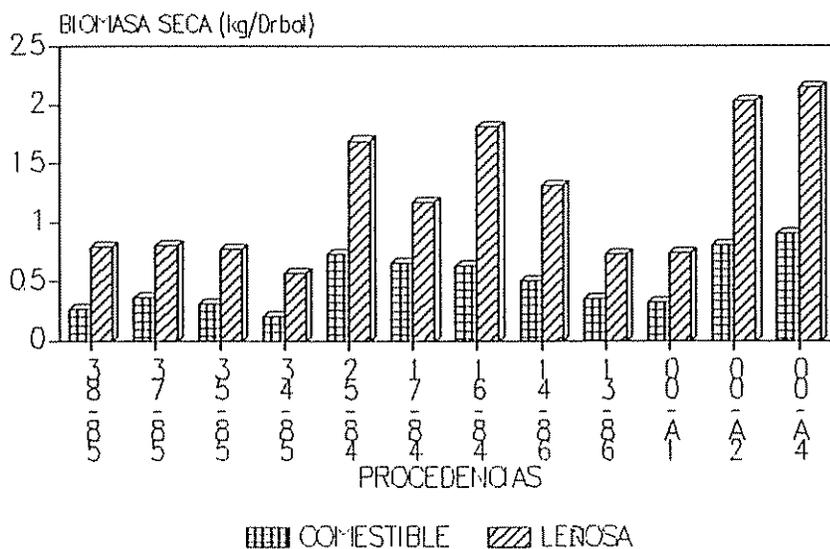


Fig.9: Distribución de la biomasa seca comestible y leñosa de las 12 procedencias de *G. sepium* en Guápiles, Costa Rica a los 12 meses de edad.

Se puede apreciar que las procedencias de Cañas, Masaguara, Monterrico, Vado Hondo y Rivas presentaron producciones superiores al promedio en más de un 14% en biomasa comestible, en más de un 8% en biomasa leñosa y en más de un 18% en biomasa seca total (Fig.9).

Las procedencias de Monterrico, Vado Hondo y Masaguara en otros sitios presentaron producciones de biomasa seca comestible y biomasa seca leñosa inferiores al obtenido en este trabajo. ATTA KRAH (1987) reportó

producciones de 0.53 kg/árbol y de 0.28 kg/árbol en biomasa seca comestible y leñosa para la procedencia de Monterrico e indicó que esta procedencia está dentro de las tres de mayor producción de biomasa seca leñosa; además indicó pesos de 0.41 kg/árbol y 0.32 kg/árbol en biomasa seca comestible y leñosa para Vado Hondo; de 0.38 kg/árbol y 0.24 kg/árbol en biomasa seca comestible y leñosa para la procedencia de Masaguara en Africa a la edad de 12 meses. MENDIETA, (1989) determinó que estas procedencias están entre valores bajos (Monterrico) y medios (Vado Hondo) de digestibilidad in vitro. RODRIGUEZ, (1987) menciona que al aumentar la digestibilidad y la succulencia del material, disminuye la cantidad de forraje consumido. Este aspecto debe ser estudiado con más detalle en futuras evaluaciones en la calidad nutritiva y aceptabilidad de los materiales suministrados a nivel de procedencias y familias.

Un estudio de cercas vivas en cinco sitios en la zona Atlántica indica que la productividad de esta especie depende marcadamente del sitio (CATIE, 1987). En este trabajo de reportaron rendimientos de biomasa seca comestible con podas cada cuatro meses, de 0.46 kg/árbol y de biomasa seca leñosa de 0.34 kg/árbol (CATIE, 1989).

Es evidente que existe una gran variación en la cantidad de biomasa producida por las procedencias, lo que permite escoger aquellas mejores para los diferentes usos que se le vaya a dar a la especie.

Resultados similares encontró JON LLAP (1989) al evaluar la biomasa de estas doce procedencias a los tres meses de plantado. FERNANDEZ, (1989) encontró que la procedencia de Palmasola presentó valores de biomasa similares a los obtenidos en este estudio, con producciones de 0.22 Kg/árbol de follaje; de 0.15 kg/árbol de biomasa seca leñosa y de 0.77 Kg/árbol de biomasa seca total, a los 19 meses de edad.

En el Centro Experimental El Recreo (1990), la procedencia de Masaguara fue la segunda procedencia de mayor producción de biomasa; sin embargo, la producción es baja. Además en el Recreo las procedencias de Monterrico, Los Santos y Chiapas presentaron las menores producciones de biomasa por componentes y total, lo que concuerda con el patrón de producción obtenido en este ensayo.

Es importante destacar que las diferencias encontradas entre estas procedencias en cuanto a producción de biomasa a nivel de componentes y total en este estudio y en la literatura permiten identificar a

las procedencias de La Garita, Cañas, Vado Hondo y Masaguara como las más productivas (Fig. 9).

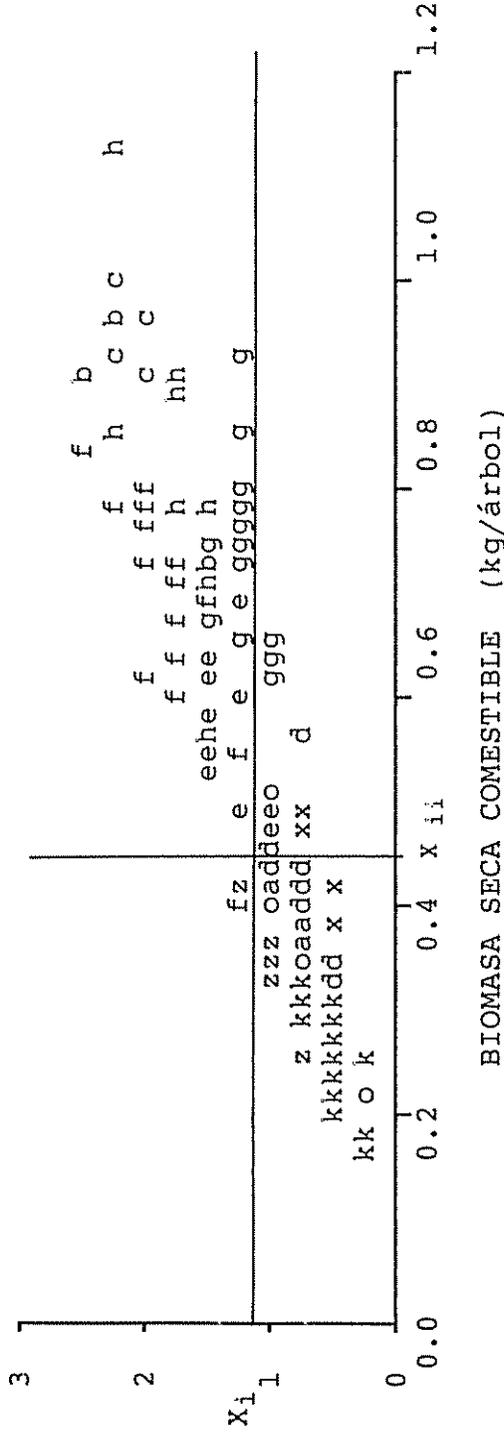
Las procedencias que presentaron una alta variabilidad entre familias para las variables de producción de biomasa seca a nivel de componentes y total, se aprecian en la figura 10; existen familias dentro de procedencias con valores de biomasa seca comestible y biomasa seca leñosa superiores a la media general; dichas familias corresponden a las procedencias de Cañas (Anexo 3), La Garita (Anexo 5), Rivas (Anexo 9), Vado Hondo (Anexo 14), Monterrico (Anexo 13) y Masaguara (Anexo 15).

Estos valores son altos, lo que indica que la selección a nivel de familias dentro de procedencias puede contribuir a aumentar la cantidad y calidad del material deseado.

Algunas de las familias de las procedencias de México presentan producciones de biomasa seca comestible y biomasa seca leñosa inferiores a la media general, por lo que éstos materiales no se deben utilizar bajo condiciones similares a este estudio.

Si el criterio de selección es a nivel de procedencias el diferencial de selección equivale a un 59% en biomasa seca comestible y a un 57.9% en biomasa

BIOMASA SECA LEÑOSA (kg/árbol)



- a: Playa Grande
- b: Cañas
- c: La Garita
- d: Los Santos
- e: Rivas
- f: Vado Hondo
- g: Monterrico
- h: Masaguara
- k: Palmasola
- o: San Mateo
- x: Chiapas
- z: Playa Azul

X_i :media general de biomasa seca leñosa
 X_{ii}: media general de biomasa seca comestible

Figura 10: Biomasa seca comestible promedio en función de la biomasa seca leñosa promedio entre familias dentro de procedencias de Gliricidia sepium en Guapiles, Costa Rica a los 12 meses.

seca leñosa, valores relativamente altos, pero se pueden aumentar utilizando una mayor intensidad de selección y así contribuir en el incremento de la producción con el uso de este material.

Se encontró que hay familias que superan al promedio general en más de un 59% en crecimiento y producción, por lo que se considera importante la selección entre familias dentro de procedencias.

Con este tipo de selección se obtienen buenos resultados cuando las características utilizadas son de baja heredabilidad y contribuye a que la endogamia sea menor, lo cual es importante para tomar en cuenta cuando se trabaja con material proveniente de polinización abierta.

Durante el transcurso del estudio se pudieron observar diferencias en la coloración, morfología y tamaño de las hojuelas, también a los seis meses después de la cosecha de biomasa se observó la presencia de flores en los brotes de algunas familias de las procedencias de Vado Hondo, Monterrico y Playa Azul. Es importante tomar en cuenta este tipo de variables en estudios posteriores, ya que la variación entre procedencias y entre familias dentro de procedencias fue grande.

En visitas posteriores al sitio experimental se pudo observar la presencia de la larva del insecto Azeta versicolor, la cual defolió completamente algunos árboles mientras que no afectó a otros que estaban alrededor de los árboles dañados. Algunas de los árboles no dañados pertenecían a algunas familias de las procedencias de Monterrico, Masaguara y Chiapas. Se debe tener presente que la resistencia a plagas y enfermedades es un aspecto muy importante para seleccionar material.

4.2.RELACIONES ENTRE LAS VARIABLES.

Se analizó el grado de asocio entre algunas variables geográficas y climáticas del origen de cada procedencia con el crecimiento y producción a los 12 meses de edad. Las variables utilizadas fueron la latitud, longitud, altitud, temperatura media anual, precipitación media anual y número de meses secos (menos de 100 mm), con las variables de crecimiento y de producción de biomasa. El cuadro 5 presenta la matriz de correlación con sus respectivos coeficientes de correlación y niveles de significancia.

CUADRO 5 : Matriz de correlación entre algunas variables del sitio de origen y las variables de crecimiento y producción de las 12 procedencias a los 12 meses en Guápiles, Costa Rica.

	LATITUD	LONGIT.	ALTITUD	TEMPM	PRECIP	MSECO
ALTURA	-0.33	-0.37	0.48	-0.17	0.27	0.42
NOBROT	-0.69*	-0.50	-0.39	0.23	0.44	-0.57
LONG	-0.31	-0.39	0.59*	-0.24	0.21	-0.43
DB5	-0.11	-0.31	0.73**	-0.33	0.12	-0.25
PSC	-0.48	-0.50	0.48	-0.29	0.65*	-0.64*
PST	-0.40	-0.43	0.49	-0.27	0.49	-0.57
PMSC	0.82**	0.70**	-0.11	0.10	-0.37	0.75**
PMST	0.62*	0.59*	0.08	-0.01	0.006	0.38
BST	-0.42	-0.45	0.50	-0.28	0.53	-0.59*

** : $P < 0.01$.

* : $P < 0.05$.

La latitud del sitio de origen de las procedencias presentó correlación negativa al nivel de 5% con el número de brotes ($r = -0.69$), se correlaciona positivamente al nivel de 1 % con el porcentaje de materia seca comestible ($r = 0.82$) y al nivel de 5% con el porcentaje de materia seca leñosa ($r = 0.62$) (Cuadro 5 y Fig. 11 , 12 y 13).

Se encontró una correlación significativa y positiva entre la altitud, y las variables de longitud del brote más largo ($r = 0.6$) al nivel del 5% y diámetro basal del brote más largo ($r = 0.73$) al nivel del 1% (Cuadro 5 y Fig.14 y 15). Dependiendo del uso que se le de al

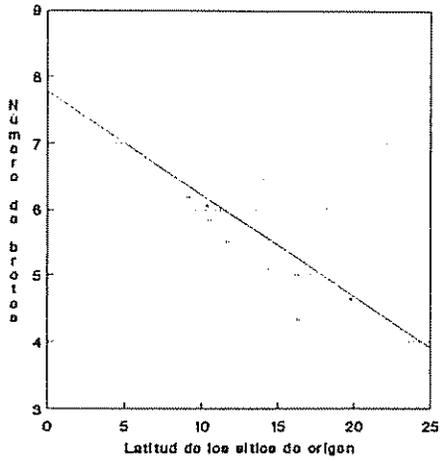


Fig.11: Correlación entre el número de brotes y la Latitud de los sitios de origen.

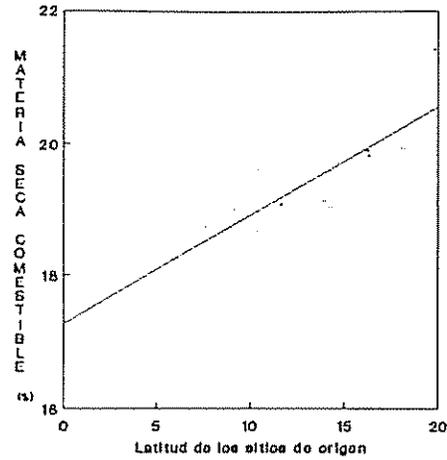


Fig.12: Correlación entre porcentaje de materia seca comestible y la Latitud de los sitios de origen.

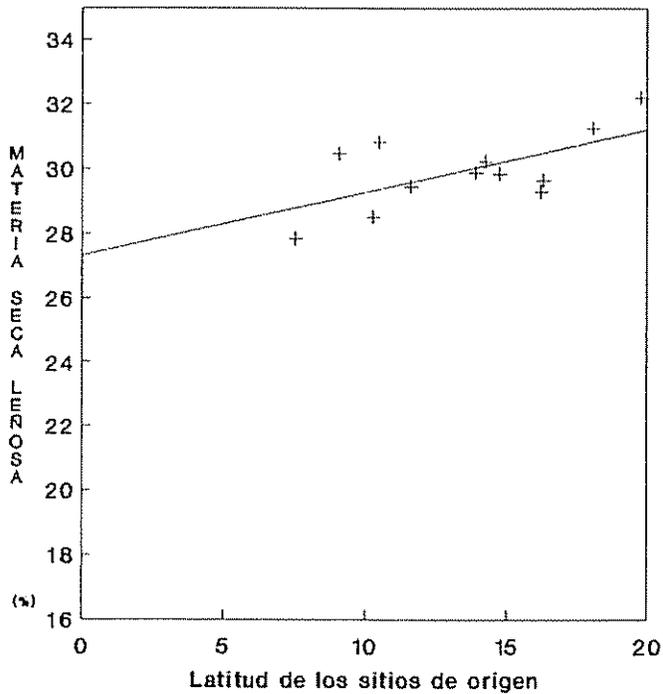


Fig.13: Correlación entre porcentaje de materia seca leñosa y la latitud de los sitios de origen.

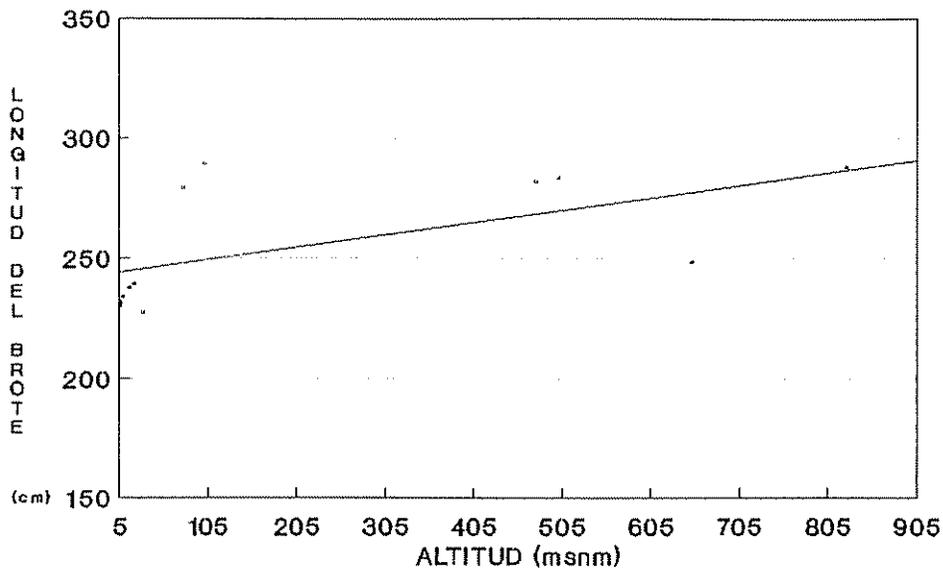


Fig.14:Correlación entre la longitud del brote más largo y la altitud de los sitios de origen.

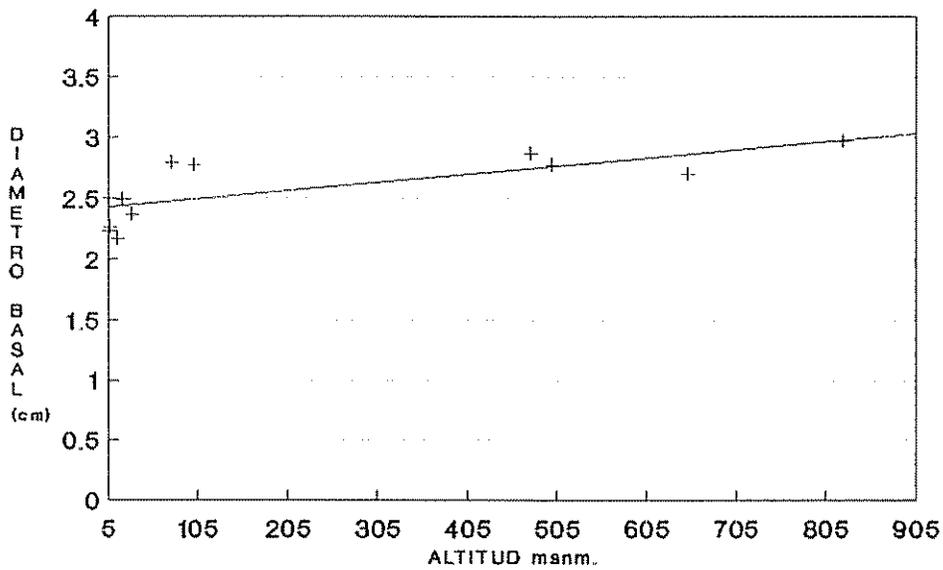


Fig.15:Correlación entre el diámetro basal y la altitud de los sitios de origen.

material, este tipo de tendencias es importante de tomar en cuenta al seleccionar el material.

El número de meses secos se correlacionó con la biomasa seca comestible ($r=-0.64$ al 5%), biomasa total seca ($r=-0.59$) al 5% y con el porcentaje de materia seca comestible ($r=0.75$) al 1% (Cuadro 5 y Fig. 16 , 17 y 18).

Las procedencias de Palmasola, Playa Azul, San Mateo y Chiapas son oriundas en México de sitios de latitudes mayores, precipitación menor y un mayor número de meses secos, con relación a las demás procedencias evaluadas. Estas procedencias presentaron crecimientos y producciones de biomasa bajos, pero el mayor porcentaje de materia seca comestible, lo que influyó en que se encontraran correlaciones significativa entre esas mismas variables del origen, con el porcentaje de materia seca leñosa.

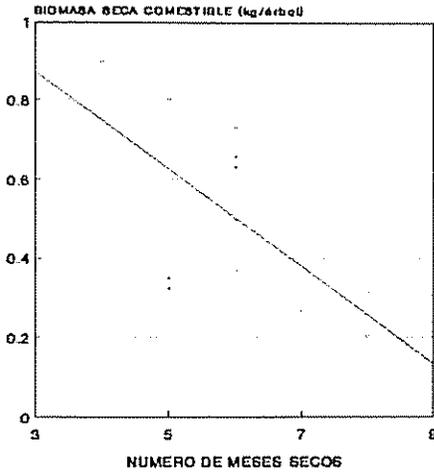


FIG.16:Correlación entre la Biomasa seca comestible y el número de meses secos de los sitios de origen.

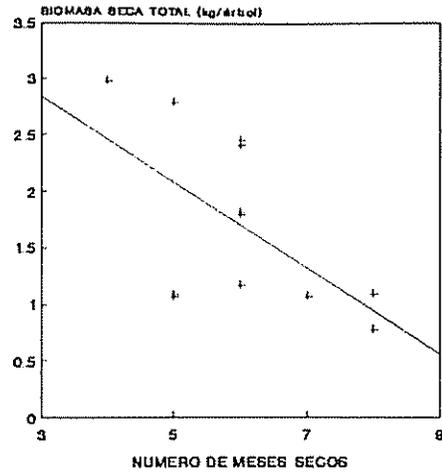


FIG.17:Correlación entre la Biomasa seca Total y los meses secos de los sitios de origen.

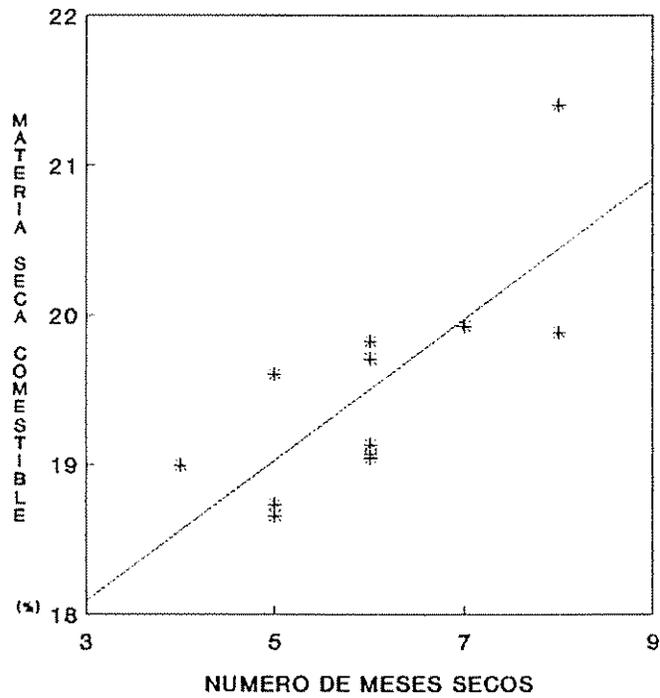


FIG.18:Correlación entre el porcentaje de materia seca comestible y los meses secos de los sitios de origen.

4.3. ESTABLECIMIENTO DE LA ESTRUCTURA NATURAL DE FAMILIAS.

El análisis multivariado ha sido señalado reiteradamente como un instrumento para el establecimiento de estructuras naturales en poblaciones en donde no se conoce, a priori, los patrones de similitud (ANDERBERG, 1973).

En la mayoría de las investigaciones se examinan las relaciones entre variables por separado para determinar la respuesta a ciertas condiciones; pero en casi todos los casos las variables están interrelacionadas (MARRIOT, 1974).

Un requisito para el análisis multivariado es la exclusión de variables que esten altamente correlacionadas (PIMENTEL, 1979). Con base en este criterio se decidió utilizar siete de las nueve variables, estas son: biomasa seca comestible, número de brotes, biomasa seca leñosa, diámetro basal, altura, porcentaje de materia seca comestible y porcentaje de materia seca leñosa.

Se utilizó el procedimiento de STEPDISC (SAS, 1987) para determinar que tanto contribuyen las variables en la separación de grupos (procedencias). Se puede observar en el Cuadro 6 que la variación entre procedencias

aumentó conforme se van incluyendo las variables (W Lambda, disminuye), y que la variable porcentaje de materia seca leñosa no aporta mucho a la variación entre procedencias ($r^2=0.101$) y no mostró diferencia significativa ($P<0.09$) entre procedencias, lo cual es consistente con los resultados obtenidos en el análisis de varianza (ANOVA).

Por el contrario, las variables que más aportan a la variación entre procedencias son biomasa seca comestible, número de brotes y biomasa seca leñosa con valores de r^2 de 0.86, 0.77 y 0.64, respectivamente (Cuadro 6).

CUADRO 6: Valores de F para las variables consideradas en el Análisis Discriminante.

VARIABLE	R^2	F	Pr>F	W'Lambda	Pr>Lambd
PSC	0.864	95.681	0.0001	0.1355	0.0001
BROTE	0.778	52.180	0.0001	0.0301	0.0001
PST	0.642	26.566	0.0001	0.0107	0.0001
DIAMETRO	0.549	17.939	0.0001	0.0048	0.0001
ALTURA	0.436	11.304	0.0001	0.0027	0.0001
PMSC	0.218	04.073	0.0001	0.0021	0.0001
PMST	0.101	01.635	0.0936	0.0019	0.0001

Para determinar la diferencia o similitud entre una y otra procedencia se calcularon las distancias euclidianas, utilizando el procedimiento PROC DISCRIM de

SAS, el cual a su vez efectua un análisis clasificatorio de familias a las procedencias que más se asemejan. Los resultados se presentan en los cuadros 7 y 8.

De estos resultados se puede observar que la mayor variación ocurre entre las procedencias La Garita, y las procedencias de México (Palmasola, Chiapas, San Mateo y Playa Azul) con valores de distancias de 83.5, 74.5, 69.8 y 60.7 respectivamente.

Valores altos también se obtuvieron entre estas procedencias de México y la de Cañas.

La procedencia de Masaguara presenta una distancia bastante alta con la procedencia de Playa Azul y valores medios con las otras procedencias de México; sin embargo, presenta valores relativamente bajos con las dos procedencias de Costa Rica, Cañas y La Garita (Cuadro 7).

Las procedencias de Cañas y La Garita son las que presentan un mayor crecimiento y producción de biomasa, mientras que las de México valores medios y bajos para estas variables. Las condiciones ecológicas de estas procedencias son bastante diferentes. Las procedencias de Costa Rica tienen menos meses secos y una mayor precipitación en comparación con las de México, lo cual

CUADRO 7 : Análisis Discriminante, Matriz de distancias Euclidianas.

		PROCEDENCIAS										
		00-A1	00-A2	00-A4	13-86	14-86	16-84	17-84	25-84	34-85	35-85	37-85
00-A2	42.62668	0										
00-A4	56.15706	2.18924	0									
13-86	1.69369	38.73362	51.33573	0								
14-86	18.59854	21.67310	34.20057	17.21783	0							
16-84	30.61011	11.69862	19.17415	27.76982	3.82322	0						
17-84	31.67689	21.39797	21.03226	27.35710	23.91850	16.75330	0					
25-84	44.80861	12.40572	16.86237	41.38081	10.82714	3.25978	15.11509	0				
34-85	9.47196	66.90422	83.47640	12.19592	21.59725	36.17160	42.56589	53.06899	0			
35-85	8.82555	46.64370	60.71092	8.95341	9.55824	19.36208	27.63650	32.18156	3.30701	0		
37-85	27.10507	61.46570	74.47187	32.64283	19.57995	28.81601	34.08628	31.91534	19.63762	14.80106	0	
38-85	5.40204	53.07253	69.75056	4.63606	28.05226	43.22355	50.22947	62.96815	15.49096	17.15355	50.36598	

podría, en parte, explicar su desarrollo en las condiciones en que se llevó a cabo el presente estudio.

Las distancias menores se obtienen entre las procedencias de La Garita y Cañas (distancia de 2.2) y entre las procedencias de Playa Grande y Los Santos (distancia de 1.7). Valores bajos también se observaron entre las procedencias de Vado Hondo y las de Rivas y Masaguara; y entre las procedencias de Palmasola y San Mateo de México (Cuadro 7).

El análisis clasificatorio brinda una visión más clara de que tan diferentes son las procedencias y complementa los resultados del cálculo de las distancias (Cuadro 8).

En general, aquellas procedencias que presentaron valores bajos o medios de distancias, tienen un mayor número de familias con crecimiento y producción de biomasa similar; tal es el caso de las procedencias de La Garita y Cañas; Playa Grande y Los Santos; Vado Hondo y Masaguara y las de Rivas y Masaguara. Por el contrario las procedencias de México (Palmasola, San Mateo, Chiapas y Playa Azul), no tienen familias que se asemejen en crecimiento y producción a las de Costa Rica (Playa Grande, La Garita y Cañas) y es entre estas procedencias donde se presentaron los valores más altos de distancias.

CUADRO 8 : Distribución de familias en sus procedencias y porcentaje de familias clasificadas según el análisis discriminante.

PROCE- DENCIA	00-A1	00-A2	00-A4	13-86	14-86	16-84	17-84	25-84	34-85	35-85	37-85	38-85	Total
00-A1-	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	3
	33.33	0.00	0.00	66.67	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.
00-A2-	0	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	3
	0.00	66.67	0.00	0.00	0.00	0.00	33.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.
00-A4-	0	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
	0.00	25.00	75.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.
13-86-	0	0	0	20	0	0	0	0	0	0	0	0	20
	0.00	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.
14-86-	0	0	0	0	10	4	0	0	0	1	0	0	15
	0.00	0.00	0.00	0.00	66.67	26.67	0.00	0.00	0.00	6.67	0.00	0.00	100.
16-84-	0	0	0	1	0	10	0	5	0	1	0	0	17
	0.00	0.00	0.00	5.88	0.00	58.82	0.00	29.41	0.00	5.88	0.00	0.00	100.
17-84-	0	0	0	0	0	1	19	0	0	0	0	0	20
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.00	95.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.
25-84-	0	0	1	0	2	3	0	9	0	0	0	0	15
	0.00	0.00	6.67	0.00	13.33	20.00	0.00	60.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.
34-85-	0	0	0	0	0	0	0	0	14	5	0	1	20
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	70.00	25.00	0.00	5.00	100.
35-85-	0	0	0	1	1	0	0	0	1	17	0	0	20
	0.00	0.00	0.00	5.00	5.00	0.00	0.00	0.00	5.00	85.00	0.00	0.00	100.
37-85-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	19	0	20
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.00	95.00	0.00	100.
38-85-	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	17	20
	0.00	0.00	0.00	15.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	85.00	100.

Es interesante observar que las procedencias de Los Santos (13-86), Monterrico (17-84) y Chiapas (37-85) forman grupos bastante compactos entre sí, sugiriendo la poca variación que existe entre familias dentro de procedencias para las variables en estudio. Otras procedencias que también presentan poca variación entre familias son las de Playa Azul, San Mateo y La Garita.

A pesar de que se obtuvieron diferencias altamente significativas en crecimiento y producción de biomasa, se pudo observar que existen similitudes entre procedencias, lo cual es de esperarse, ya que se evaluó material de una misma especie y la variación existente se debe al genotipo y al efecto del ambiente sobre éste.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En el material estudiado se observó una gran variación genética entre procedencias, entre familias dentro de procedencias, esta variación permite identificar individuos superiores en cuanto a crecimiento y producción de biomasa.

Las procedencias de mayor crecimiento en altura total y longitud del brote más largo son las de Cañas; La Garita; Vado Hondo; Masaguara y Rivas por lo que se consideran con potencial para ser utilizadas en sistemas agroforestales como cercas vivas, producción de leña, postes vivos y/o tutores para agricultura.

La mayor producción de biomasa seca comestible, biomasa seca leñosa y biomasa seca total se observó en las procedencias de La Garita, Cañas, Vado Hondo y Masaguara demostrando su potencial para sistemas agroforestales como banco de proteína y/o producción de abono verde.

Las procedencias que presentaron mayor variabilidad entre familias para las características de producción de biomasa comestible, leñosa y total fueron las de Vado Hondo y Masaguara, con diferencias entre familias hasta un 56%, con respecto a la media general.

Los resultados que se obtuvieron en este estudio son aplicables a las condiciones específicas del Atlántico de Costa Rica, si se desean utilizar en otras condiciones ambientales se deben de establecer pruebas con estos materiales para comparar su desarrollo y determinar si realmente presentan un comportamiento superior en crecimiento y producción.

Las características de las procedencias sobresalientes en crecimiento y producción de biomasa fueron las de latitudes bajas, alta precipitación y con menos meses secos. Se recomienda que en futuros estudios se debe poner mayor atención a las procedencias de latitudes bajas.

El análisis discriminante comprobó que existen diferencias significativas entre procedencias y demostró ser una herramienta muy útil en el estudio de poblaciones naturales, al evaluar similitudes y diferencias entre ellas.

Con base en la magnitud de las diferencias de crecimiento y producción observadas a nivel de procedencias y familias, se considera adecuada una selección dentro de familias para las condiciones del trópico húmedo.

Se deben establecer experimentos con las procedencias más sobresalientes en asocio con cultivos y/o sombra en pastizales en diferentes sitios para evaluar su efecto y cuantificar los rendimientos por unidad de superficie en las condiciones prevalecientes en la zona Atlántica.

Se recomienda iniciar estudios de aceptabilidad y suplementación animal con los materiales que mostraron ser superiores en producción de biomasa seca comestible.

Se debe de continuar analizando periódicamente este experimento, tomando en cuenta la respuesta a la poda y capacidad de enraizamiento de estacas, para su propagación y uso en sistemas agroforestales.

Se recomienda que en los futuros estudios sobre variabilidad genética de la especie se incluyan variables como la resistencia al ataque de insectos, floración, tamaño de hojuelas, color de las hojas, calidad y producción de leña.

6. BIBLIOGRAFIA

- AKEN'OVA, M. E.; SUMBERG, J.E. 1986. Observation of the pollination system of Gliricidia sepium (Jacq). Nitrogen Fixing Tree Research Reports (Hawaii) 4:29-30.
- ANDERBERG, M.R. 1973. Cluster analysis for applications. New York, Academic Press. 359 p.
- ATTA-KRAH, A.N. 1987. Research on G. sepium 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. p. 146 - 161.
- ATTA-KRAH, A.N.; SUMBERG, J.E. 1987. Studies with G. sepium for crop/livestock production systems 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. p. 31 - 43.
- BARNES, R.D.; GIBSON, G.L. 1984 Experimental design, management and selection traits in provenance trials of tropical pines. In Provenance and genetic improvement strategies in tropical forest trees. Oxford, CFI. p. 8 - 29.
- BELIARD, C. 1984. Producción de biomasa de Gliricidia sepium en cercas vivas bajo tres frecuencias de poda. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, UCR-CATIE, UCR/CATIE. 97p.
- BURLEY, J.; WOOD, P. 1979. Manual sobre investigaciones de especies y procedencias con referencia especial a los trópicos. Commonwealth Forestry Institute, Oxford Tropical Forestry Papers no. 10. p. 233.
- BRITWUN, S. 1988. Evaluation of Gliricidia sepium provenances in Ghana. Nitrogen Fixing Tree Research Reports. (Hawaii) 6:57-59

- BUMATAY E.C.; ESCALADA, R.G.; BUANTE, C.R. 1987. Preliminary study on the Gliricidia sepium (Jacq) Walp. germplasm collection in Visca. 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. p. 162 - 167.
- CAMPOS, J. 1985. Variación genética o interacción genotipo-ambiente en procedencias de Calliandra spp. en Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, UCR/CATIE. 88 p.
- CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA. 1986. Silvicultura de especies promisorias para la producción de leña en América Central. CATIE serie técnica. Informe técnico no. 86. p. 145 - 158.
- _____. 1987. Sistemas silvopastoriles para el trópico húmedo bajo: Segundo informe anual. Turrialba, Costa Rica. 124 p.
- _____. 1989. Sistemas silvopastoriles para el trópico húmedo bajo: Informe final. Turrialba, Costa Rica. 184 p.
- CENTRO EXPERIMENTAL EL RECREO (Nicaragua). 1990. Evaluación de 12 procedencias de Gliricidia sepium, bajo el sistema de cultivos en callejones. Nicaragua. 8 p. (Mimeografiado)
- CHAGALA, E.M.; GIBSON, G.L. 1984. Pinus oocarpa Schiede international provenance trial in Kenya at eight years. In Provenance and genetic improvement strategies in tropical forest trees. Oxford, CFI. p. 191 - 340.
- ESPINOZA, J.E. 1984. Caracterización nutritiva de la fracción nitrogenada del forraje de madero negro Gliricidia sepium y poró Erythrina poeppigiana. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, UCR/CATIE. 20 - 75 p.
- FERNANDES, E. 1989. The Yurimaguas Gliricidia trial poster. North Carolina, North Carolina State University. 10 p.
- FLAVEY, J.L. 1982. Gliricidia sepium: a review. International Tree Crops Journal (Inglaterra). 2:1-14.

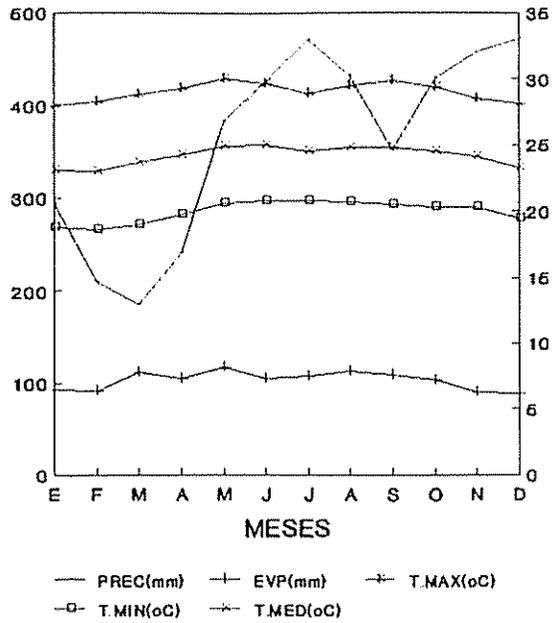
- FUNDACION NEOTROPICA. 1988. Desarrollo socioeconómico y el ambiente natural de Costa Rica. Situación actual y perspectivas. In Fundación Ford. Serie Informes sobre el Estado del Ambiente. Primer informe. San José, Costa Rica. Editorial Heliconia. 135 p.
- GLOVER, N. 1986. Collection, conservation and evaluation of Gliricidia sepium (Jacq) Steud. germoplasm. Mag. Sc. Thesis. Hawaii, University of Hawaii. 69 p.
- HERRERA, M.E. 1989. Análisis del comportamiento de 12 especies arbóreas de uso múltiple en Guápiles de Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica/CATIE. 106 p.
- HOLDRIDGE, L. 1978. Ecología basada en zonas de vida. San José, Costa Rica/IICA. 216 p.
- HOLDRIDGE, L.; POVEDA, L. 1975. Árboles de Costa Rica. v. 1. San José, Costa Rica. p. 372.
- HUGHES, C. E. 1987. International provenance trial of Gliricidia sepium. Trial Protocol. Oxford, Commonwealth Forestry Institute. 30 p.
- HUXLEY, P.A.; BURLEY, J.; WOOD, P.J.; ROBINSON, P.J., comps. 1985. Methodology for the exploration and assessment of multipurpose trees (MPT'S). Nairobi, Kenya, ICRAF. 74 p.
- INSTITUTO METEOROLOGICO DE COSTA RICA, 1989. Informe anual de la Estación Meteorológica de Los Diamantes, Guapiles. Guápiles, Costa Rica. 5 p.
- JON LLAP, R. 1989. Ensayo de procedencias y familias de Gliricidia sepium (Jacq.) Steud de México, América Central y Panamá. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica/CATIE. 128 p.
- KASS, D. 1985. Alley cropping of annual foal crop with woody legumes in Costa Rica. In Advances in agroforestry research. Eds. V. W. Bench; H. W. Fassbender; H. Heuvelop. CATIE. Serie Técnica. Informe Técnico no. 117. p. 197 - 208.
- KASS, D.; BUSTAMANTE, E.; BERMUDEZ, W. 1987. Efecto de cultivo en callejones (Alley cropping) con Gliricidia sepium (Jacq) Steud. sobre la incidencia de pudriciones de la mazorca en maíz (Zea mays L.). Turrialba, Costa Rica, CATIE. 11 p. (Mimeografiado)

- KEIDING, H.; LAURIDSEN, E.B.; WELLENDORF, H. 1984. Evaluation of a series of teak and Gmelina provenance trials selection of traits, their assessment and analysis of observations. In Provenance and genetic improvement strategies in tropical forest trees. Oxford, CFI. 30 - 80 p.
- KELLISON, R. 1988. Ensayos de descendencias. Carolina del Norte, Universidad de Carolina del Norte. 8 p.
- LAURIDSEN, E.B.; WELLENDORF, H.; KEIDING, H. 1987. Evaluation of a international series of Gmelina provenance trials. Australia. Danida Forestry Service Center. p. 12 - 17.
- MARRIOTT, F.H.C. 1974. The interpretation of multiple observations. Oxford., Academic Press. 117 p.
- MENDIETA, M. 1989. Caracterización de la composición química de procedencias y familias de Gliricidia sepium. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 75 p.
- MORA, E. 1983. Introducción al estudio de la variabilidad fenotípica de Gliricidia sepium (Jacq) Steud. Turrialba, Costa Rica/CATIE. 36 p. (Mimeografiado)
- ORGANIZACION PARA ESTUDIOS TROPICALES; CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA. 1986. Sistemas agroforestales. Principios y aplicaciones en los trópicos. 735 p.
- OTAROLA, A.; UGALDE, L. 1983. Productividad y cuadros de biomasa de Gliricidia sepium (jacq) Steud. en bosques naturales de Nicaragua. Turrialba, Costa Rica/CATIE. 39 p. (Mimeografiado)
- PALMBERG, C. 1980. Principios y estrategias para el mejor aprovechamiento de los recursos genéticos forestales. In Mejora genética de árboles forestales; informe sobre el curso de capacitación FAO/DANIDA sobre la mejora genética de árboles forestales, Mérida, Venezuela, 1980. FAO. Montes no. 20. p. 27 - 50.
- PIMENTEL, R. 1979. Morphometrics. The multivariate analysis of biological data. California, California Polytechnic State University. 276 p.

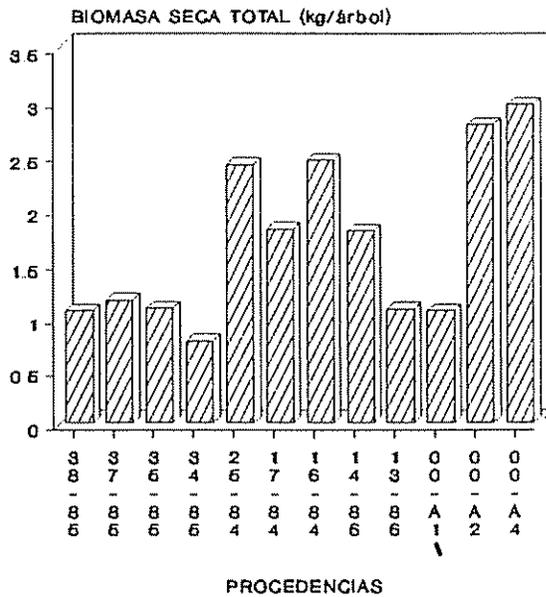
- QUEME, G.A. 1987. Comportamiento inicial de 12 procedencias de Gliricidia sepium (Jacq.) Steud en tres localidades de Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 65 p.
- RODRIGUEZ, J.; BENAVIDES, C. 1987. Producción de leche de cabras estabuladas alimentadas con follaje de madero negro (Gliricidia sepium) y de poró (Erythrina poeppigiana) y suplementadas con platano pelipita (Musa sp. cv. pelipita). 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. p. 212 - 216.
- SALAZAR, R. 1984. Producción de leña en árboles de Gliricidia sepium usados como sombra en cafetales en Costa Rica. Silvoenergía (C.R.) ^{no} 2: 1 - 4 p.
- SALAZAR, R. 1986. Genetic variation in seeds and seedlings of ten provenances of Gliricidia sepium (Jacq) Steud. Forest Ecology and Management (Holanda) 16:391-401.
- SALAZAR, R. 1989. Guía para la investigación silvicultural de especies de uso múltiple. CATIE. Serie Técnica. Informe Técnico no 20. 130 p.
- SANCHEZ, G.; PAYNE, L. 1987. Inventario de prácticas culturales utilizadas con Gliricidia sepium en Costa Rica. El Chasqui. Boletín Informativo sobre Recursos Naturales (C.R.) no. 15: 5 - 15 p.
- SANDOVAL, C.H. 1987. Manejo de rebrotes de G. sepium en vegetación natural. 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. p. 132.
- SAS INSTITUTE, 1987. SAS/STAT. Guide for personal computers. Version 6 Edition. Cary, NC. 1028 p.
- SEIBERT, B. 1987. Pepper on living poles of Gliricidia and Erythrina: an example for the involvement of universities in FSR&D. 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. p. 111 - 118.

- STEEL, R.; TORRIE, J. 1989. Bio estadística. Principios y procedimientos. Mc Graw Hill. 633 p.
- VASQUEZ, M. 1985. Estudio preliminar de procedencias de Erythrina poeppigiana (Walpers) O.F. Cook en Turrialba, Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, UCR/CATIE. 86 p.
- WIERSUM, K. F.; DIRDJOSOEMARTO, S. 1987. Past and current research with Gliricidia in Asia. 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. P. 20 - 28.
- WRIGHT, J.K. 1976. Introduction to forest genetics. New York, Academic Press, 463 p.
- ZANNOTTI, J.R. 1983. Ensayo de seis especies leguminosas forestales para producción de leña. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 72 p.
- ZOBEL, B.; TALBERT, J. 1986. Técnicas de mejoramiento genético de árboles forestales. México, Editorial Limusa. 505 p.

7. ANEXOS



Anexo 1: Climograma de la zona de Guápiles, CR.
Fuente: Instituto Meteorológico de Costa Rica



Anexo 2: Distribución de la biomasa seca total de las 12 procedencias en Guápiles a los 12 meses de edad.

Anexo 3 : Análisis de varianza y prueba de Tukey (5%) entre familias dentro de la procedencia Cañas, CR de G. sepium en Costa Rica a los 12 meses de plantado.

ALTURA TOTAL		LONGITUD DEL BROTE MAS LARGO		DIAMETRO BASAL A 5 cm		BIOMASA LEÑOSA SECA		
F.V.	gl	F.V.	gl	F.V.	gl	F.V.	gl	
	CM		CM		CM		CM	
BLOQUE	2	17588.2 *	2	22167.6 ***	2	1.63 **	2	15.3 ***
FAMILIA	2	31391.7 ***	2	27741.8 ***	2	1.18 *	2	5.7 *
ERROR	76	4016.8	76	3090.8	76	0.29	70	1.4
TOTAL	80		80		80		74	
FAMILIA MEDIA P<0.05		FAMILIA MEDIA P<0.05		FAMILIA MEDIA P<0.05		FAMILIA MEDIA P<0.05		
1	301.57	10	309.16	1	2.9110	10	2.4078	
10	296.06	1	306.81	10	2.8761	1	2.1792	
12	244.00	12	254.14	12	2.5462	12	1.5883	

***: p>0.001

** : p>0.01

** : p>0.05

gl: grados de libertad

En la prueba de Tukey las procedencias con la media unida con la misma línea no son significativas al nivel de 5%.

ANEXO 4: Análisis de varianza y prueba de Tukey (5%) entre familias dentro de la procedencia Playa Grande, CR de G. sepium en Costa Rica a los 12 meses de plantado.

ALTURA TOTAL			LONGITUD DE BROTE		
F.V.	gl	CM	F.V.	gl	CM
BLOQUE	2	1329.7 NS	BLOQUE	2	4128.2 NS
FAMILIA	2	12311.7 **	FAMILIA	2	7704.8 **
ERROR	79	1978.3	ERROR	79	1457.2
TOTAL	83		TOTAL	83	

FAMILIA	MEDIA	P<0.05	FAMILIA	MEDIA	P<0.05
5	249.31		5	265.69	
15	198.77		15	223.31	
7	198.64		7	219.94	

** : $p > 0.01$

gl: grados de libertad

En la prueba de Tukey las procedencias con la media unida con la misma línea no son significativas al nivel de 5%.

ANEXO 5: Análisis de varianza y prueba de Tukey (5%) entre familias dentro de la procedencia La Garita, CR de G. sepium en Costa Rica, a los 12 meses de plantado.

F.V.	NUMERO DE BROTES	
	gl	CM
BLOQUE	2	2.8 NS
FAMILIA	3	21.1 **
ERROR	104	4.3
TOTAL	109	

FAMILIA	MEDIA	P<0.05
9	6.7647	
3	6.5152	
1	6.2273	
10	4.6667	

***: $P < 0.01$

gl: grados de libertad

En la prueba de Tukey las procedencias con la media unida por la misma línea no son significativas al nivel de 5%.

Anexo 6: Análisis de varianza y prueba de Tukey (5%) para las diferentes variables entre familias dentro de la procedencia Los Santos, Panamá de G. sepium en Costa Rica a los 12 meses de plantado.

ALTURA TOTAL			NUMERO DE BROTES			LONGITUD DEL BROTE MAS LARGO		
F.V.	gl	CM	F.V.	gl	CM	F.V.	gl	CM
BLOQUE	2	49755 ***	BLOQUE	2	24.6 *	BLOQUE	2	90003 ***
FAMILIA	19	2271 *	FAMILIA	19	11.4 *	FAMILIA	19	2419 **
ERROR	694	1236	ERROR	694	2.4	ERROR	694	1240
TOTAL	715		TOTAL	715		TOTAL	715	
FAMILIA	MEDIA	P<0.05	FAMILIA	MEDIA	P<0.05	FAMILIA	MEDIA	P<0.05
2	229.351		14	8.4324		4	248.029	
4	228.314		5	8.4000		2	246.919	
16	222.917		17	8.1111		19	242.171	
19	221.571		15	7.7838		16	240.500	
9	221.029		2	7.5405		10	239.750	
3	220.972		11	7.4722		11	239.000	
1	219.079		13	7.4286		18	236.595	
18	218.703		18	7.4054		3	236.333	
10	218.139		4	7.3429		20	235.972	
11	216.917		6	7.3143		1	235.632	
14	215.676		12	7.2571		9	235.457	
16	214.800		16	7.2222		17	234.778	
17	214.472		10	7.2222		7	230.829	
20	212.306		19	7.2000		14	229.811	
5	211.800		1	7.1579		6	228.800	
7	211.771		9	7.0857		15	227.703	
15	210.730		3	6.7500		8	227.676	
13	207.971		8	6.6765		13	225.714	
8	203.647		7	6.5714		5	221.257	
12	194.800		20	6.1944		12	214.114	

***: P<0.001

** : P<0.01

* : P<0.05

gl: grados de libertad

En la prueba de Tukey las procedencias con la media unida por la misma línea no son significativas al nivel de 5%.

Anexo 7 : Análisis de varianza y prueba de tukey (5%) para las diferentes variables entre familias dentro de la procedencia Masaguara, Honduras G. sepium a los 12 meses de plantado.

ALTURA TOTAL		No. DE BROTES		LONGITUD DEL BROTE MAS LARGO	
F.V.	gl	CM	F.V.	gl	CM
BLOQUE	2	90553***	BLOQUE	2	143136***
FAMILIA	14	7781***	FAMILIA	14	5392***
ERROR	519	2423	ERROR	519	1926
TOTAL	535		TOTAL	535	

FAMILIA		P<0.05		FAMILIA		P<0.05		FAMILIA		P<0.05	
	MEDIA				MEDIA				MEDIA		
2	294.08			6	5.7500			5	308.22		
11	291.77			16	5.5429			2	302.16		
5	283.27			10	5.4722			19	296.37		
19	279.03			4	5.4286			15	295.08		
14	275.14			5	5.3243			14	293.89		
9	274.70			9	5.2703			11	292.34		
16	272.06			15	5.2162			9	291.89		
6	271.64			19	5.0571			6	288.69		
15	268.27			14	5.0286			1	287.74		
1	266.97			11	4.9714			16	287.20		
8	257.40			3	4.8333			3	280.19		
3	256.25			8	4.6857			12	278.69		
12	254.77			1	4.6286			8	276.97		
10	245.97			12	4.6000			4	266.63		
4	245.46			2	4.3514			10	263.08		

***: P<0.0001

** : P<0.01

* : P<0.05

gl: grados de libertad

En la prueba de Tukey las procedencias con la media unida con la misma línea no son significativas al nivel de 5%.

Anexo 8 : Análisis de varianza y prueba de Tukey (5%) para las diferentes variables entre familias dentro de la procedencia Palmasola, México de G. sepium a los 12 meses de plantado.

ALTURA TOTAL		No. BROTES		LONGITUD DEL BROTE MAS LARGO	
F.V.	gl	CM	F.V.	gl	CM
BLOQUE	2	89127***	BLOQUE	2	106768***
FAMILIA	19	10761***	FAMILIA	19	6828***
ERROR	619	2721	ERROR	619	2483
TOTAL	640		TOTAL	640	

ALTURA TOTAL		No. BROTES		LONGITUD DEL BROTE MAS LARGO	
F.V.	gl	CM	F.V.	gl	CM
BLOQUE	2	4.0ns	BLOQUE	2	106768***
FAMILIA	19	13.2***	FAMILIA	19	6828***
ERROR	619	2.5	ERROR	619	2483
TOTAL	640		TOTAL	640	

FAMILIA	MEDIA	P<0.05	FAMILIA	MEDIA	P<0.05
9	244.56		1	5.5000	
7	239.66		9	5.4167	
19	234.65		2	5.3514	
8	226.58		19	5.2973	
5	225.35		20	5.1667	
4	220.74		3	5.1622	
14	216.33		7	5.0571	
13	211.17		11	4.9688	
12	208.74		10	4.9130	
10	207.00		8	4.6316	
3	206.46		14	4.4167	
16	203.67		17	4.3333	
1	199.82		5	4.2973	
20	199.19		13	4.1389	
17	198.83		15	4.0857	
18	197.53		4	3.9714	
2	196.24		16	3.8333	
11	194.63		18	3.7941	
15	185.37		12	3.6087	
6	179.94		6	3.5556	

FAMILIA	MEDIA	P<0.05	FAMILIA	MEDIA	P<0.05
9	257.17		9	257.17	
7	252.40		7	252.40	
4	247.11		4	247.11	
19	240.89		19	240.89	
8	238.55		8	238.55	
5	234.43		5	234.43	
14	231.86		14	231.86	
3	227.68		3	227.68	
10	227.48		10	227.48	
1	227.00		1	227.00	
13	223.78		13	223.78	
2	218.81		2	218.81	
12	218.48		12	218.48	
11	217.91		11	217.91	
20	215.56		20	215.56	
18	212.79		18	212.79	
15	208.37		15	208.37	
16	206.92		16	206.92	
6	204.36		6	204.36	
17	202.96		17	202.96	

*** :P<0.0001

gl: grados de libertad

En la prueba de Tukey las procedencias con la media unida con la misma línea son significativas al nivel de 5%.

ANEXO 9: Análisis de varianza y prueba de Tukey (5%) entre familias dentro de la procedencia Rivas, Nicaragua de G. sepium en Costa Rica, a los 12 meses de plantado.

LONGITUD DEL BROTE			BIOMASA COMESTIBLE SECA		
F.V.	gl	CM	F.V.	gl	CM
BLOQUE	2	117223 ***	BLOQUE	2	0.51 ***
FAMILIA	14	4740 **	FAMILIA	14	0.17 *
ERROR	514	2062	ERROR	486	0.06
TOTAL	530		TOTAL	502	

FAMILIA	MEDIA	P<0.05	FAMILIA	MEDIA	P<0.05
4	298.08		14	0.6277	
6	290.75		5	0.5896	
12	287.97		3	0.5798	
1	287.97		10	0.5651	
5	287.21		9	0.5421	
3	284.92		6	0.5203	
11	283.77		4	0.4967	
8	280.14		12	0.4915	
15	279.94		1	0.4828	
14	274.92		11	0.4792	
13	274.06		15	0.44286	
10	272.36		2	0.44181	
2	268.81		8	0.42424	
9	261.25		13	0.40880	
7	254.85		7	0.38458	

***: P<0.001

** : P<0.01

* : P<0.05

gl: grados de libertad

En la prueba de Tukey las procedencias con la media unida con la misma línea no son significativas al nivel de 5

Anexo 10: Análisis de varianza y la prueba de Tukey (5%) para las diferentes variables entre familias dentro de la procedencia Vado Hondo, Guatemala de G. sepium a los 12 meses de plantado.

ALTURA TOTAL		NUMERO DE BROTES			LONGITUD DEL BROTE MAS LARGO			DIAMETRO BASAL A 5 CM			
F.V.	gl	CM	F.V.	gl	CM	F.V.	gl	CM	F.V.	gl	CM
BLOQUE	2	161218***	BLOQUE	2	7.2NS	BLOQUE	2	183528***	BLOQUE	2	13.2***
FAMILIA	16	12382***	FAMILIA	16	9.7***	FAMILIA	16	10941***	FAMILIA	16	1.0***
ERROR	580	2485	ERROR	580	3.5	ERROR	580	2178	ERROR	580	0.3
TOTAL	598		TOTAL	598		TOTAL	598		TOTAL	598	

FAMILIA	MEDIA	P<0.05									
2	303.11		10	6.6944		2	311.75		2	3.1569	
4	295.33		12	6.6571		4	302.39		14	3.1309	
9	287.55		5	6.5143		13	296.74		6	3.0162	
20	283.68		14	6.4286		3	295.61		13	3.0037	
6	282.91		19	6.3429		9	294.61		4	2.9706	
12	279.54		7	6.0857		14	293.86		3	2.9369	
13	279.23		13	5.8571		12	293.49		9	2.9297	
14	279.14		6	5.7941		20	290.50		20	2.9276	
5	277.20		3	5.7500		6	284.24		12	2.8680	
3	274.50		2	5.6944		5	281.43		8	2.8400	
11	263.69		15	5.6000		15	275.66		11	2.8131	
15	263.37		20	5.5000		11	269.75		5	2.7963	
16	253.81		9	5.4545		16	268.84		16	2.7643	
8	246.97		16	5.3784		8	263.22		15	2.7643	
7	245.23		4	5.3333		7	262.83		10	2.7389	
19	244.83		11	5.2500		10	254.64		7	2.6846	
10	242.56		8	5.0000		19	251.40		19	2.4454	

***: P<0.0001

gl: grados de libertad

En la prueba de Tukey las procedencias con la media unida con la misma línea no son significativas al nivel de 5%.

ANEXO 11: Análisis de varianza y prueba de Tukey (5%) para las diferentes variables entre familias dentro de la procedencia San Mateo, México de G. sepium en Costa Rica, a los 12 meses de plantado.

ALTURA TOTAL		No. BROTES		LONGITUD DEL BROTE MAS LARGO		DIAMETRO BASAL A 5 CM		
F.V.	gl	CM	F.V.	gl	CM	F.V.	gl	CM
BLOQUE	2	121458***	BLOQUE	2	4.7NS	BLOQUE	2	152414***
FAMILIA	19	16224***	FAMILIA	19	8.4**	FAMILIA	19	16081***
ERROR	670	2301	ERROR	673	2.3	ERROR	673	2168
TOTAL	694		TOTAL	694		TOTAL	694	
FAMILIA	MEDIA	P<0.05	FAMILIA	MEDIA	P<0.05	FAMILIA	MEDIA	P<0.05
20	253.86		9	5.7895		14	2.7700	
9	247.71		14	5.6571		20	2.6878	
16	247.69		2	5.6563		9	2.6774	
14	244.09		11	5.5000		17	2.6503	
1	238.46		20	5.4167		16	2.6434	
3	237.08		3	5.3611		1	2.6263	
17	236.17		19	5.3548		13	2.6217	
13	235.22		1	5.3429		3	2.5936	
5	234.75		15	5.1389		18	2.5429	
10	228.19		5	4.9444		11	2.5417	
11	222.22		18	4.9167		4	2.5075	
15	220.08		6	4.8333		5	2.5017	
18	218.42		17	4.6944		6	2.4369	
2	214.34		16	4.6571		10	2.4086	
6	211.31		12	4.5882		2	2.4022	
19	210.23		7	4.5714		7	2.3503	
4	206.00		10	4.4722		15	2.3428	
7	198.86		13	4.4722		12	2.3259	
12	198.26		8	4.4444		19	2.2732	
8	166.53		4	4.1389		8	1.8997	

*** : P<0.0001

** : P<0.001

gl : grados de libertad

En la prueba de Tukey las procedencias con la media unida con la misma línea no son significativas al nivel de 5%.

Anexo 12 : Análisis de varianza y prueba de Tukey (5%) para las diferentes variables entre familias dentro de la procedencia Playa Azul, México de G. sepium a los 12 meses de plantado.

ALTURA TOTAL		No. DE BROTES		LONGITUD DEL BROTEMAS LARGO		DIAMETRO BASAL A 5cm					
F.V.	gl	CM	F.V.	gl	CM	F.V.	gl				
BLOQUE	2	54212***	BLOQUE	2	37.9***	BLOQUE	2	91342***	BLOQUE	2	3.2***
FAMILIA	19	7234***	FAMILIA	19	11.7***	FAMILIA	19	6219***	FAMILIA	19	0.3***
ERROR	695	2484	ERROR	695	3.9	ERROR	695	2168	ERROR	695	0.1
TOTAL	716		TOTAL	716		TOTAL	716		TOTAL	716	

FAMILIA	MEDIA	P<0.05	FAMILIA	MEDIA	P<0.05	FAMILIA	MEDIA	P<0.05	FAMILIA	MEDIA	P<0.05
8	250.57		16	7.5135		8	261.70		6	2.31500	
3	244.64		8	6.4595		3	258.33		4	2.28730	
7	235.86		11	6.4444		7	245.95		9	2.26118	
6	235.69		19	6.3824		9	245.91		8	2.25919	
13	232.31		15	6.3056		6	244.33		14	2.23970	
1	232.19		1	6.2778		1	243.97		11	2.23444	
14	231.79		3	6.2778		4	243.35		3	2.23167	
9	229.88		13	6.2500		13	242.97		12	2.23135	
11	229.25		7	6.1622		16	240.08		10	2.22270	
4	222.24		9	6.1471		2	239.38		16	2.20189	
2	221.03		2	6.0811		10	239.33		1	2.15556	
5	220.28		5	6.0278		14	238.00		2	2.13892	
16	218.81		4	5.8649		11	235.11		13	2.12056	
18	216.94		6	5.8056		12	234.11		18	2.12000	
12	213.05		18	5.6765		18	232.68		17	2.09086	
17	211.49		10	5.5556		5	230.17		5	2.08500	
19	209.38		17	5.4000		20	223.70		7	2.08378	
20	209.27		20	5.3784		17	223.31		19	2.06382	
10	208.42		12	5.2162		19	218.88		20	2.03865	
15	190.67		14	4.8485		15	203.28		15	1.96583	

*** : P<0.0001

gl : grados de libertad

En la prueba de Tukey las procedencias con la media unida con la misma línea no son significativas al nivel de 5%.

ANEXO 13: Análisis de varianza y prueba de Tukey (5%) para las diferentes variables dentro de la procedencia Monterrico, Guatemala de G. sepium a los 12 meses de plantado.

ALTURA TOTAL			LONGITUD DEL BROTE			DIAMETRO BASAL A 5cm			BIOMASA COMESTIBLE SECA		
F.V.	gl	CM	F.V.	gl	CM	F.V.	gl	CM	F.V.	gl	CM
BLOQUE	2	108830***	BLOQUE	2	130709***	BLOQUE	2	10.5***	BLOQUE	2	0.69**
FAMILIA	19	6383***	FAMILIA	19	3387**	FAMILIA	19	0.5*	FAMILIA	19	0.26**
ERROR	689	1999	ERROR	689	1745	ERROR	689	0.3	ERROR	642	0.12
TOTAL	710		TOTAL	710		TOTAL	710		TOTAL	663	

FAMILIA	MEDIA	P<0.05	FAMILIA	MEDIA	P<0.05	FAMILIA	MEDIA	P<0.05	FAMILIA	MEDIA	P<0.05
8	244.09		08	258.53		13	2.7357		13	0.86461	
3	233.14		20	241.54		08	2.6412		01	0.79328	
7	228.14		07	240.43		18	2.6330		05	0.74440	
16	227.19		09	240.31		10	2.6147		17	0.72768	
20	225.89		10	237.55		20	2.5669		12	0.72280	
01	221.67		01	236.44		05	2.5550		16	0.70809	
09	220.51		16	236.41		12	2.5421		09	0.70083	
10	220.25		18	235.40		11	2.5411		20	0.68429	
11	214.40		11	235.28		01	2.5364		10	0.68187	
17	213.23		13	232.20		07	2.5194		03	0.67421	
15	212.75		05	230.75		16	2.5158		08	0.63107	
18	211.19		03	230.33		17	2.4900		11	0.62314	
12	211.00		17	229.74		09	2.4840		19	0.60570	
02	210.38		15	227.86		15	2.4700		02	0.60473	
05	208.97		12	227.00		02	2.4373		18	0.58012	
13	208.37		02	226.13		06	2.4133		04	0.57722	
19	200.86		04	221.41		03	2.4106		15	0.57324	
14	200.20		19	218.08		14	2.3609		06	0.55691	
06	196.08		14	218.03		04	2.2758		07	0.55548	
04	187.06		06	216.72		19	2.2567		14	0.51603	

***:P<0.0001

** :P<0.01

* :P<0.05

gl: grados de libertad

En la prueba de Tukey las procedencias con la media unida con la misma línea no son significativas al nivel de 5%.

ANEXO 14: Análisis de varianza y prueba de Tukey (5%) para las diferentes variables entre familias dentro de la procedencia Vado Hondo, Guatemala de G. sepium en Costa Rica, a los 12 meses de plantado.

BIOMASA COMESTIBLE SECA		BIOMASA LEÑOSA SECA		MATERIA LEÑOSA SECA		BIOMASA TOTAL SECA		
F.V.	gl	CM	F.V.	gl	CM	F.V.	gl	CM
BLOQUE	2	0.87***	BLOQUE	2	60.68 ***	BLOQUE	2	70.90***
FAMILIA	16	0.40***	FAMILIA	16	3.99 ***	FAMILIA	16	6.5***
ERROR	580	0.12	ERROR	539	1.09	ERROR	517	1.7
TOTAL	598		TOTAL	557		TOTAL	535	

FAMILIA	MEDIA	P<0.05	FAMILIA	MEDIA	P<0.05	FAMILIA	MEDIA	P<0.05	FAMILIA	MEDIA	P<0.05
2	0.78102		2	2.4150		9	32.885		3	3.2492	
9	0.74537		3	2.3207		3	31.877		2	3.2282	
6	0.72847		13	2.2398		10	30.944		13	2.8692	
13	0.72213		9	2.0764		12	30.683		9	2.8319	
3	0.72054		12	1.9984		2	30.260		12	2.7034	
14	0.70843		14	1.9878		6	30.116		14	2.6811	
5	0.66913		20	1.9748		16	30.080		6	2.6469	
12	0.66816		6	1.9128		15	29.862		20	2.5091	
10	0.64935		4	1.8141		20	29.463		5	2.4178	
16	0.63442		5	1.7390		13	29.318		4	2.4092	
15	0.61980		10	1.7042		5	29.317		10	2.3750	
4	0.58260		15	1.6439		11	29.256		15	2.2805	
7	0.57054		11	1.6391		8	29.139		16	2.1999	
20	0.56521		16	1.4869		7	29.035		11	2.1949	
11	0.55078		7	1.3915		4	28.901		7	1.9773	
19	0.49247		19	1.2655		14	28.618		19	1.7580	
8	0.34471		8	1.1920		19	28.081		8	1.5437	

***: P<0.0001

** : P<0.01

gl: grados de libertad

En la prueba de Tukey las procedencias con la media unida con la misma línea no son significativas al nivel de 5%.

ANEXO 15: Análisis de varianza y prueba de Tukey (5%) para las diferentes variables entre familias dentro de la procedencia Masaguara, Honduras de G. sepium en Costa Rica, a los 12 meses de plantado.

BIOMASA COMESTIBLE SECA			BIOMASA LEÑOSA SECA			MATERIA LEÑOSA SECA			BIOMASA TOTAL SECA		
F.V.	g1	CM	F.V.	g1	CM	F.V.	g1	CM	F.V.	g1	CM
BLOQUE	2	2.53***	BLOQUE	2	55.6***	BLOQUE	2	282***	BLOQUE	2	75.8***
FAMILIA	14	0.65***	FAMILIA	14	2.7***	FAMILIA	14	41**	FAMILIA	14	5.2***
ERROR	484	0.17	ERROR	486	0.9	ERROR	486	18	ERROR	461	1.7
TOTAL	500		TOTAL	502		TOTAL	502		TOTAL	477	
FAMILIA	MEDIA	P<0.05	FAMILIA	MEDIA	P<0.05	FAMILIA	MEDIA	P<0.05	FAMILIA	MEDIA	P<0.05
6	1.07326		6	2.2794		5	31.848		6	3.3015	
4	0.84736		5	2.1468		16	31.772		5	2.9350	
16	0.84286		9	1.9026		6	31.425		16	2.7124	
1	0.84174		16	1.8631		15	31.023		9	2.6254	
5	0.80342		15	1.8151		2	30.888		4	2.5623	
9	0.75192		2	1.7824		11	30.749		1	2.5471	
10	0.72389		4	1.7334		9	30.464		15	2.5406	
15	0.71953		1	1.7144		19	30.439		2	2.4707	
14	0.69810		14	1.5719		14	30.131		14	2.2700	
2	0.67729		19	1.5437		1	30.015		10	2.2145	
19	0.64597		10	1.5095		12	29.672		19	2.1631	
11	0.62627		11	1.4486		8	29.649		11	2.0300	
12	0.61345		12	1.3837		4	29.072		12	1.9786	
8	0.54145		3	1.3790		3	28.334		3	1.8662	
3	0.51745		8	1.2988		10	28.143		8	1.8470	

***; P<0.0001

** ; P<0.01

* ; P<0.05

gl: grados de libertad

En la prueba de Tukey las procedencias con la media unida con la misma línea no son significativas al nivel de 5%.

ANEXO 16: Análisis de varianza y prueba de Tukey (5%) para las diferentes variables entre familias dentro de la procedencia Palmasola, México de G. sepium en Costa Rica, a los 12 meses de plantado.

BIOMASA COMESTIBLE SECA				BIOMASA LEÑOSA SECA				BIOMASA TOTAL SECA			
F.V.	gl	CM		F.V.	gl	CM		F.V.	gl	CM	
BLOQUE	2	0.12**		BLOQUE	2	5.13***		BLOQUE	2	5.71***	
FAMILIA	19	0.06***		FAMILIA	19	0.74***		FAMILIA	19	1.16***	
ERROR	589	0.02		ERROR	585	0.19		ERROR	563	0.31	
TOTAL	610			TOTAL	606			TOTAL	584		
FAMILIA	MEDIA	P<0.05		FAMILIA	MEDIA	P<0.05		FAMILIA	MEDIA	P<0.05	
8	0.281			19	0.8730			7	1.1274		
7	0.268			7	0.8658			19	1.1242		
10	0.251			9	0.7675			8	1.0184		
19	0.246			8	0.7060			9	0.9977		
17	0.244			13	0.5838			11	0.8058		
11	0.231			11	0.5782			3	0.7937		
9	0.227			10	0.5705			5	0.7738		
3	0.225			3	0.5648			13	0.7599		
5	0.218			20	0.5635			10	0.7563		
16	0.205			2	0.5624			1	0.7419		
2	0.203			1	0.5583			20	0.7362		
14	0.200			5	0.5389			12	0.7042		
1	0.194			14	0.5356			2	0.7030		
4	0.187			12	0.5051			14	0.7018		
20	0.178			18	0.4945			17	0.6874		
13	0.176			17	0.4436			18	0.6730		
18	0.170			4	0.4434			4	0.6402		
12	0.154			16	0.3573			16	0.5836		
15	0.132			15	0.3186			15	0.4541		
6	0.111			6	0.2686			6	0.3827		

*** : P<0.0001

** : P<0.001

gl: grados de libertad

En la prueba de Tukey las procedencias con la media unida con la misma línea no son significativas al nivel de 5%.

Anexo 17: Análisis de varianza y prueba de Tukey (5%) para las diferentes variables entre familias dentro de la procedencia San Mateo, México de G. sepium a los 12 meses de plantado.

BIOMASA COMESTIBLE SECA				BIOMASA LEÑOSA SECA				BIOMASA TOTAL SECA			
F.V.	gl	CM	F.V.	gl	CM	F.V.	gl	F.V.	gl	CM	
BLOQUE	2	0.43***	BLOQUE	2	17.88***	BLOQUE	2	BLOQUE	2	23.76***	
FAMILIA	19	0.14***	FAMILIA	19	0.94***	FAMILIA	19	FAMILIA	19	1.68***	
ERROR	633	0.04	ERROR	623	0.32	ERROR	598	ERROR	598	0.54	
TOTAL	654		TOTAL	644		TOTAL	619	TOTAL	619		
FAMILIA	MEDIA	P<0.05	FAMILIA	MEDIA	P<0.05	FAMILIA	MEDIA	FAMILIA	MEDIA	P<0.05	
11	0.44716		20	1.0359		20	1.4161	20	1.4161		
20	0.37691		3	0.9662		3	1.3868	3	1.3868		
3	0.36827		14	0.9578		11	1.3823	11	1.3823		
17	0.36089		13	0.9399		13	1.2941	13	1.2941		
5	0.36008		11	0.8937		14	1.2891	14	1.2891		
13	0.35418		18	0.8926		17	1.2486	17	1.2486		
18	0.34308		17	0.8834		18	1.2322	18	1.2322		
14	0.34190		9	0.8636		9	1.1896	9	1.1896		
9	0.34182		16	0.8359		16	1.1502	16	1.1502		
4	0.31948		1	0.7947		5	1.1360	5	1.1360		
15	0.31125		5	0.7818		1	1.0578	1	1.0578		
16	0.30146		15	0.7044		4	1.0252	4	1.0252		
2	0.29733		10	0.6976		15	1.0182	15	1.0182		
10	0.29136		4	0.6938		10	0.9897	10	0.9897		
19	0.26996		19	0.6649		19	0.9714	19	0.9714		
1	0.26217		2	0.6383		2	0.8795	2	0.8795		
7	0.25046		7	0.6128		7	0.8534	7	0.8534		
12	0.23412		12	0.5730		12	0.8141	12	0.8141		
6	0.23198		6	0.5729		6	0.7789	6	0.7789		
8	0.15852		8	0.3329		8	0.5020	8	0.5020		

*** :P<0.0001

gl :grados de libertad

En la prueba de Tukey las procedencias con la media unida con la misma línea no son significativas al nivel de 5%.

Anexo 18: Análisis de varianza y prueba de Tukey (5%) para las diferentes variables entre familias dentro de la procedencia Playa Azul, México *G. sepium* a los 12 meses de plantado.

BIOMASA COMESTIBLE SECA			BIOMASA LEÑOSA SECA			BIOMASA TOTAL SECA		
F.V.	gl	CM	F.V.	gl	CM	F.V.	gl	CM
BLOQUE	2	0.12**	BLOQUE	2	6.86***	BLOQUE	2	5.96***
FAMILIA	19	0.09***	FAMILIA	19	0.77***	FAMILIA	19	1.36***
ERROR	656	0.02	ERROR	643	0.26	ERROR	617	0.37
TOTAL	677		TOTAL	664		TOTAL	638	
FAMILIA			FAMILIA			FAMILIA		
MEDIA	P<0.05		MEDIA	P<0.05		MEDIA	P<0.05	
8			1.1816			1.5487		
4			1.0400			1.3857		
9			0.9168			1.2289		
6			0.8857			1.2028		
7			0.8698			1.1829		
10			0.8611			1.1414		
2			0.8396			1.1148		
11			0.8207			1.1065		
3			0.8003			1.0944		
12			0.7951			1.0921		
14			0.7847			1.0567		
5			0.7844			1.0363		
16			0.7685			1.0188		
13			0.7562			0.9908		
1			0.7475			0.9495		
20			0.6734			0.8915		
18			0.6648			0.8733		
19			0.5926			0.7943		
17			0.5675			0.7451		
15			0.5184			0.7055		

*** :P<0.0001

** :P<0.001

gl :grados de libertad

En la prueba de Tukey las procedencias con la media unida con la misma línea no son significativas al nivel de 5%.