UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMIA

ENSAYO DE 6 ESPECIES LEGUMINOSAS FORESTALES PARA PRODUCCION DE LEÑA

TESIS

Presentada a la Honorable Junta Directiva de la Facultad de Agronomía de la

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

Por

JOSE ROLANDO A. ZANOTTI DE LEON

Al conferírsele el Título de

INGENIERO AGRONOMO

EN EL GRADO ACADEMICO DE LICENCIADO EN CIENCIAS AGRICOLAS

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR

DR. EDUARDO MEYER MALDONADO

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

Decano	Ing. Agr.	César Castañeda Salguero
Vocal 1o.	Ing. Agr.	Oscar Leiva Ruano
Vocal 2o.	Ing. Agr.	Gustavo Méndez G.
Vocal 3o.	Ing. Agr.	Rolando Lara Alecio
Vocal 4o.	Prof.	Heber Arana
Vocal 5o.	Prof.	Francisco Muñoz N.
Secretario	Ing. Agr.	Carlos Fernández P.

TRIBUNAL QUE REALIZO EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

Decano	Dr.	Antonio Sandoval
Examinador	Ing. Agr.	Anibal Martínez
Examinador	Ing. Agr.	Amilcar Gutiérrez
Examinador	Ing. Agr.	Victor Aragón
Secretario	Ing. Agr.	Carlos N. Salcedo Z.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMIA
Ciudad Universitaria, Zona 12.
Apartado Postal No. 1545
GUATEMALA, CENTRO AMERICA

Referencia _____
Asunto _____
_____

4 de agosto de 1983

Ingeniero
César Castañeda S.
Decano Facultad de Agronomía
Su Despacho

Señor Decano:

Tengo el honor de informarle que, de acuerdo a la designación hecha por la Decanatura, asesoré al estudiante JOSE ROLANDO A. ZANOTTI DE LEON, en la realización de su trabajo de tesis titulado:

ENSAYO DE SEIS ESPECIES LEGUMINOSAS FORESTALES PARA PRODUCCION DE LEÑA

En virtud de que dicho trabajo llena los requisitos establecidos por la Facultad de Agronomía, me permito recomendar su aprobación. Considero que el trabajo contiene información que indudablemente será de mucha utilidad para la naciente investigación en Silvicultura de plantaciones en Guatemala.

Respetuosamente,

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONOMICAS

Ing. Agr. Luis A. Castañeda A.
Director

LACA/tdev.

Guatemala
11 de julio de 1983

Señor
Ing. Agr. César Castañeda
Decano Facultad de Agronomía
Universidad de San Carlos
Su Despacho

Señor Decano:

Comedidamente hago de su conocimiento que atendiendo a la designación hecha por esa Decanatura, he procedido a asesorar y revisar el trabajo de tesis del Estudiante José Rolando A. Zanotti de León que se intitula:

ENSAYO DE SEIS ESPECIES LEGUMINOSAS FORESTALES PARA PRODUCCION DE LEÑA.

Me permito manifestarle que el mencionado trabajo reune los requisitos académicos exigidos por la Facultad, por lo que solicito sea aprobada como Tesis de Grado. Igualmente manifiesto que dicho trabajo es básico para conocer el comportamiento de especies para producción de leña en un área de Guatemala donde el abastecimiento futuro de este combustible está seriamente amenazado.

Con sentimientos de consideración y aprecio,

Ing. Ftal. Héctor A. Martínez H., M.Sc
ASESOR

Guatemala,

1o. de agosto de 1983.

Honorable Junta Directiva
Honorable Tribunal Examinador
P r e s e n t e .

De conformidad con lo estipulado por los estatutos de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración el trabajo de tésis titulado:

ENSAYO DE 6 ESPECIES LEGUMINOSAS FORESTALES PARA PRODUCCION DE LEÑA.

Al presentarlo como requisito previo para optar al título de Ingeniero Agrónomo, en el grado académico de Licenciado en Ciencias Agrícolas, espero que merezca vuestra aprobación.

Deferentemente,

José Rolando A. Zanotti de León

ACTO QUE DEDICO

A Dios creador del Universo que iluminó mi camino.

A mis Padres — José María Zanotti López (Q.E.P.D.)
Blanca Luz de Léon vda. de Zanotti

A mi Esposa — Rosalba Guerra de Zanotti

A mis Hijos — Paola, Franco y Giacomo Zanotti Guerra

A mis Hermanas

A mi Familia en general

A mis Padrinos de Graduación

A mis Compañeros y amigos

A la memoria de — Nico J. Gewald, el Maestro y Amigo.

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi profundo y sincero agradecimiento a las siguientes instituciones y personas:

Al pueblo de Guatemala que a través del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, me brindó apoyo para la realización de este estudio y al Instituto Nacional Forestal (INAFOR) por su constante apoyo y confianza depositada.

Al Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), por su valiosa colaboración en este estudio.

Al Doctor Gerardo Budowsky por sus sabias enseñanzas.

A mis Asesores Ingeniero Forestal Héctor A. Martínez H., e Ingeniero Agrónomo Luis Alberto Castañeda, por sus atenciones, consejos y recomendaciones.

A mis compañeros del Proyecto Leña y Fuentes Alternas de Energía, por su desinteresada colaboración.

A la señorita Clara Solis, por el eficiente trabajo de mecanografía.

En forma especial a los obreros de campo por el empeño en la realización del trabajo.

A todos mis compañeros de estudio por su sincera amistad, en especial al Ing. Agr. Otoniel Granados.

En general a todas aquellas personas que contribuyeron en una u otra forma a la realización del presente trabajo.

CONTENIDO

		Página
1.	INTRODUCCION	1
2.	REVISION DE LITERATURA	3
2.1	El uso de la leña	3
2.1.1	La leña a nivel mundial	3
2.1.2	La leña en Centro América	6
2.1.3	Uso doméstico de leña	7
2.1.4	Uso de leña en Guatemala	7
2.2	Especies utilizadas para leña	8
2.3	Descripción de las especies utilizadas en el estudio	10
2.3.1	Aripín	10
2.3.2	Caliandra	12
2.3.3	Dalbergia	14
2.3.4	Madrecacao	15
2.3.5	Yaje	17
2.3.6	Sesbania	20
3.	MATERIALES Y METODOS	24
3.1	Descripción del área experimental	24
3.1.1	Localización	24
3.1.2	Suelos	24
3.1.3	Clima	24
3.2	Materiales básicos	27
3.2.1	Obtención de plántulas	27
3.2.2	Especies probadas	27
3.3	Distancia de siembra y diseño de campo	27
3.4	Trabajos de campo y establecimiento	27
3.5	Diseño estadístico	28
3.6	Metodología de la Evaluación del Ensayo	29
3.7	Metodología de Encuesta	31

Página

3.8 Análisis estadístico 32

4. RESULTADOS Y DISCUSION 33

4.1 Sobrevivencia 33

4.2 Crecimiento en altura 35

4.3 Incremento promedio en altura 35

4.4 Crecimiento absoluto en diámetro 37

4.5 Incremento promedio en diámetro 38

4.6 La Encuesta 39

4.6.1 Tamaño de muestra 39
4.6.2 Actividad económica 40
4.6.3 Cultivos 40
4.6.4 Bosques 41
4.6.5 Cercos vivos 42
4.6.6 Uso de leña y formas de obtención 42
4.6.7 Tiempo para obtención de leña semanal 43
4.6.8 Precio de leña 43
4.6.9 Tamaño de la familia 44
4.6.10 Tipo de cocina 44
4.6.11 Tiempo de quemado de una tarea de leña 45
4.6.12 Consumo anual 46
4.6.13 Tiempo que tiene de comprar leña 46
4.6.14 Le gustaría sembrar árboles 47
4.6.15 Tipo de vivienda 48
4.6.16 Número de personas que viven en la parcela 48

5. DISCUSION GENERAL

6. CONCLUSIONES

7. BIBLIOGRAFIA

8. ANEXOS.

LISTA DE CUADROS

Cuadro No.		Página
1	Consumo de madera en el mundo (1974)	4
2	Porcentaje de energía total consumida en el Istmo centroamericano 1975.	6
3	Porcentaje de hogares en Centro América que usan leña para cocinar.	7
4	Requerimientos climáticos, de suelos y usos principales de las 6 especies estudiadas.	23
	Tratamientos estudiados en la parcela 505, línea B-12 parcelamiento "La Máquina", Cuyotenango, Suchitepéquez	31
6	Sobrevivencia de 6 especies leguminosas forestales en cuatro épocas diferentes, en "La Máquina", Suchitepéquez.	33
7	Resultados del crecimiento absoluto en altura de seis especies leguminosas forestales, en 3 épocas diferentes, en "La Máquina", Suchitepéquez.	35
8	Incrementos promedios en altura de 6 leguminosas forestales en "La Máquina".	37
9	Resultados de crecimiento absoluto en diámetro, en 2 épocas diferentes, de 6 especies leguminosas forestales	38
10	Incremento promedio en diámetro de 6 leguminosas forestales en "La Máquina".	39
11	Principales actividades económicas en el Parcelamiento "La Máquina".	40
12	Actividades agrícolas por época de siembra .	41
13	Parcelas con área de bosque	41

		Página
14	Presencia y especies en cercos vivos en la parcela.	42
15	Formas de obtención de la leña.	42
16	Tiempo empleado en conseguir la leña.	43
17	Precio de compra de leña .	43
18	Personas que comen de una misma cocina .	44
19	Tipo de cocina.	45
20	Tiempo utilizado en quemar una tarea de leña.	45
21	Cuántas tareas compra al año.	46
22	Tiempo que tiene de comprar leña.	47
23	Le gustaría sembrar árboles .	47
24	Tipo de vivienda.	48
25	Número de personas que viven en la parcela.	49

LISTA DE FIGURAS

Figura No.		Página
1	Mapa preliminar de la república de Guatemala, ubicación del parcelamiento "La Máquina".	25
2.	Precipitación pluvial en "La Máquina", 1980.	26
3	% de sobrevivencia de 6 especi es leguminosas forestales.	34
4.	Crecimiento de 6 especies leguminosas forestales en "La Máquina" (asumiendo altura inicial de 25 cm.).	36

LISTA DE ANEXOS

Anexo No.		Página
1	Formulario de registros de campo.	54
2	Distribución de parcelas del ensayo de seis leguminosas forestales.	55
3	Boleta de encuesta.	56
4	Análisis de 4 muestras de suelo, de la parcela 505 línea B-12, parcelamiento "La Máquina".	58
5	Especies que se encuentran en los pequeños bosques de las parcelas encuestadas en el parcelamiento "La Máquina", Suchitepéquez.	59
6	Análisis de varianza para la sobrevivencia de 6 especies leguminosas forestales.	60
7	Sobrevivencia % -Mes de septiembre-.	61
8	Sobrevivencia % -Mes de octubre-.	62
9	Sobrevivencia % -Mes de diciembre-	63
10	Análisis de varianza sobre crecimiento en altura de 6 especies leguminosas forestales.	64
11	Crecimiento en altura (cm.) -Mes de septiembre-	65

		Página
12	Crecimiento en altura (cm.) -Mes de diciembre-.	66
13	Análisis de varianza para incrementos promedio (dm) de 6 especies leguminosas forestales. (Datos iniciales mes de julio, datos finales mes de diciembre).	67
14	Prueba de Tukey para los incrementos promedio del crecimiento en altura.	68
15	Análisis de varianza sobre crecimiento absoluto en diámetro de 6 especies leguminosas forestales.	69
16	Crecimiento absoluto en diámetro (mm.) -Mes de diciembre-.	70
17	Análisis de varianza sobre incrementos del crecimiento promedio en diámetro (mm.) de 6 especies leguminosas forestales. (Datos iniciales mes de octubre, datos finales mes de diciembre).	71
18	Prueba de Tukey para los incrementos promedio de crecimiento en diámetro.	72

RESUMEN

"Ensayo de 6 especies leguminosas forestales para producción de leña".

Queriendo conocer el comportamiento inicial de 6 especies leguminosas forestales (Caesalpinea velutina, Calliandra calothyrsus, Dalbergia sissoo, Gliricidia sepium, Leucaena leucocephala y Sesbania grandiflora) se plantaron en la parcela 505, propiedad de Máximo Alemán, en parcelamiento "La Máquina", municipio de Cuyotenango, departamento de Suchitepéquez, utilizando un diseño de bloques al azar, con 4 repeticiones y 49 árboles de cada especie por parcela con distanciamiento de siembra de 2 x 2 m./planta.

Las variables medidas fueron sobrevivencia, crecimiento en altura y diámetro basal.

El período de control de campo abarcó desde junio 15/82 a Dic. 30/82., durante el cual se efectuaron 4 mediciones de sobrevivencia, 3 de altura y 2 de diámetro basal; las mediciones se efectuaron en los 25 árboles centrales, de cada parcela.

Las pruebas estadísticas permitieron determinar que: al final de esta primera fase del ensayo, a los 6 meses de plantadas, las especies que mostraron el mayor porcentaje de sobrevivencia fueron Gliricidia sepium (88%), Leucaena leucocephala (86%) y Dalbergia sissoo (82%); Caesalpinea velutina y Calliandra calothyrsus registraron 73% y 72% respectivamente. Sesbania grandiflora registró el más bajo porcentaje de sobrevivencia (7%).

En cuanto al crecimiento absoluto en altura, en todas las épocas de medición se presentaron diferencias significativas al nivel del 95% de probabilidad; las especies con los mejores crecimientos fueron Leucaena leucocephala, Calliandra calothyrsus y Gliricidia sepium con 24.4, 14.9 y 14.8 dm. respectivamente.

En el incremento promedio en altura se encontró que entre Leucaena leucocephala y Calliandra calothyrsus no se presentaron diferencias significativas, aunque L. leucocephala fue significativamente superior a los demás tratamientos.

Las especies que presentaron el mayor crecimiento absoluto en diámetro basal, fueron L. leucocephala y G. sepium con 27 y 26 mm., significativamente (95%) diferentes a las demás.

Se corrió una encuesta para determinar el uso de leña en el parcelamiento, el marco muestral lo contituyó una población de 1 000 parcelas cercanas al vivero forestal ubicado en la parcela 356 de la línea B-4 del parcelamiento "La Máquina"; se pasaron 103 boletas de encuesta, los datos recolectados permitieron determinar que en el parcelamiento el 100% de personas cocinan con leña y 47% la compran, con precios que oscilan entre Q.8.00 y Q.15.00 la tarea (1 M^3 aproximado).

1. INTRODUCCION

Mil quinientos millones de personas en los sectores más pobres de las zonas rurales y urbanas dependen de la leña y carbón como fuente de energía; esa dependencia no parece que vaya a cambiar en el futuro próximo (2).

Hace poco la leña era abundante en muchos lugares: la gente simplemente la recogía cerca de sus casas o pueblos; ahora en muchos lugares es difícil encontrarla, siendo necesario el uso de más tiempo o el pago de personas para que la colecten o apareciendo formas rudimentarias de comercialización en zonas rurales, haciéndose por tanto necesario el pago por este combustible (1); en zonas urbanas ya aparecen formas más complejas de comercialización, tales como depósitos, venta domiciliaria y otras.

En Centro América la leña y otros productos vegetales tienen gran importancia en el suministro de energía. El consumo de energía no comercial en 1975 representó el 40% de toda la energía consumida en esta parte del mundo (1).

Aproximadamente el 80% de los centroamericanos dependen de leña para cocinar y algunos lugares para calentar el hogar, en Guatemala la proporción es similar.

Las anteriores consideraciones obligan a pensar en la necesidad de brindar soluciones viables al problema de provisión de leña y a una racionalización del uso de este combustible. En diferentes lugares se han planteado soluciones tales como uso eficiente de leña con estufas especialmente diseñadas para este fin (Lorena, Chulah, Singer etc.); uso de otras fuentes no convencionales de energía tales como la solar, la marítima, el biogas y otras.

Al problema de provisión de leña se puede responder con plantaciones de árboles especialmente dedicados a este fin, con establecimiento de plantaciones forestales; sin embargo es necesario seleccionar y probar las especies que brinden las mejores posibilidades para el fin propuesto.

En este trabajo se probaron 6 especies forestales leguminosas con buenas posibilidades como productoras de leña: Caesalpinia velutina, Calliandra calothyrsus, Dalbergia sissoo, Gliricidia sepium, Leucaena leucocephala, Sesbania grandiflora), con buenas posibilidades como productoras de leña; la evaluación se hizo por medio de un experimento de campo, con un diseño de bloques completos al azar, para medir su crecimiento en altura, diámetro basal y sobrevivencia en el sitio de plantación, durante el período comprendido entre los meses de julio y diciembre de 1982, tomando lecturas bimestrales. El trabajo fué realizado en la parcela B-505, propiedad del señor Máximo Alemán, ubicada en la Línea B-12, parcelamiento "La Máquina", municipio de Cuyotenango, departamento de Suchitepéquez.

A la vez se corrió una encuesta para poder determinar el uso de la leña en el parcelamiento "La Máquina".

Los objetivos del trabajo son los siguientes:

A. Generales

a) Seleccionar especies de rápido crecimiento adecuadas para la producción de leña, que rebroten al ser cortadas y de buenas características agronómicas para la producción de biomasa.

b) Conocer el comportamiento de seis especies leguminosas forestales, observar su adaptabilidad a las condiciones de la zona y el comportamiento en los años futuros.

c) Estimar la importancia de la leña como combustible en el área y determinar si es crítico o no su abastecimiento.

B. Específicos

a) Establecer el índice de sobrevivencia de 6 especies leguminosas forestales, mediante evaluación al primer mes de plantación y al final del estudio en las condiciones del parcelamiento "La Máquina".

b) Evaluar el crecimiento durante la estación lluviosa de 1982, mediante mediciones bimestrales, hasta diciembre del mismo año.

c) Evaluar la adaptabilidad, por comparación entre las especies, utilizando el desarrollo en altura y diámetro, vigor y sanidad, como parámetros.

2. REVISION DE LITERATURA

2.1 El Uso de la Leña

2.1.1 La Leña a nivel mundial

Para nuestros antepasados, hasta mediados del siglo diecinueve, el principal combustible para cocinar sus alimentos, para protegerse del frío y para sus trabajos de artesanía era la leña; esta tendencia se observó inclusive en los paises de Norte América y Europa.

A medida que los paises se fueron desarrollando este combustible fue reemplazado, principalmente en los paises industrializados, primero por el carbón mineral, luego por el petróleo, el gas y la electricidad y recientemente por la energía nuclear; estos cambios se establecieron primero en el uso industrial y luego en el uso doméstico; solo a principios de este siglo empezó a dejar de usar la madera como combustible en las zonas rurales de los paises industrializados.

Durante el tercer cuarto del presente siglo, la utilización de la madera como combustible descendió en Europa a más de la mitad, y en los Estados Unidos a más de tres cuartas partes, comparado con lo que se utilizaba en el siglo pasado (5).

Se estima que en 1974 el consumo de madera para combustible en el mundo desarrollado, fue de 155 millones de metros cúbicos, lo que representa el 1% de la energía total empleada en estos paises, y no mucho más de la décima parte de toda la madera empleada en ellos; por el contrario, en los paises en vías de desarrollo se calcula que la cantidad de madera para combustible oscila alrededor de los 1,200 millones de metros cúbicos que representan probablemente una cuarta parte de la energía total empleada en ellos y cerca de las nueve décimas partes del empleo total de madera (5); el cuadro 1 presenta los usos de la madera en 1974.

Cuadro 1. Consumo de madera en el mundo (1974)

	Madera Combustible Millones m^3	Madera en Rollo Millones m^3	Madera Combustible como porcentaje de madera en rollo
Paises desarrollados	154.6	1 252.7	12.3
Paises en desarrollo	1 453.4	1 541.8	94.2

FUENTE: Arnold, J.E.M. La madera fuente de energía y las comunidades rurales. In Congreso forestal Mundial, 8o., Jakarta, 1978. 37 p. mimeo.

Para tener una idea del uso de madera como combustible en el mundo, en el Africa la leña genera aproximadamente las tres quintas partes de energía total consumida; en el lejano oriente (excluida China) más de dos quintas partes; en Latinoamérica, una quinta parte y en el cercano oriente el 14 por ciento. En algunos países en particular, la parte que corresponde a los combustibles leñosos sobrepasa el 90% (5).

En las zonas rurales de la mayoría de los países en desarrollo, la dependencia de la madera suele ser casi total. Donde no se utiliza, los combustibles principales son usualmente otros materiales orgánicos disponibles localmente: estiércol animal, residuos de cosecha (cascarilla de arroz, paja de trigo o arroz, desechos de sorgo, maíz, etc.), con la consiguiente sustracción de material orgánico que podría reintegrarse al suelo.

Según Henderson (1975), citado por Arnold (5)., los combustibles de madera en los países en desarrollo representan problamente el 85% de toda la energía no comercial distinta de la energía humana y animal. Incluso en la India, con un sector bien desarrollado de energía comercial y con escasez de madera, se calcula que la madera proporcionó un 34% del consumo total de energía en 1970-71, y todos los combustibles orquímicos no comerciales, incluyendo el estiércol y los residuos agrícolas, representaron el 56% de la energía total.

Según Revelle (1976) citado por el mismo Arnold, el 93% de las necesidades de energía doméstica en las zonas rurales se suplen con el empleo de combustibles leñosos, los cuales se distribuyen a grandes rasgos como sigue: la mitad para cocinar, una tercera parte para celefacción y agua caliente, y el resto para usos agrícolas y de elaboración de productos en pequeñas industrias.

Algunos factores influyen en la utilización de combustibles basados en la madera en tal forma que las necesidades de energía doméstica varían con el clima, el tamaño de la familia y los hábitos culinarios. En general se puede calcular que estas necesidades oscilan desde un consumo energético aproximado per cápita/año de 1.25 millones de kilocalorías (alimentos cocinados en hogares a fuego abierto en tierras bajas calientes de los trópicos) hasta más de 6 millones de kilocalorías (cocinado y calefacción en zonas frías de tierras altas). Esto equivaldría a unas necesidades entre 0.5 m^3 y más de 2 m^3 por persona/año de madera para combustible secada al aire (5).

La leña es el combustible doméstico preferido en los países en desarrollo porque no requiere un equipo complicado y costoso ni para usarla ni para obtenerla; puede quemarse a fuego abierto, frecuentemente con un costo no mayor que el trabajo de recolectarla y prepararla; en las zonas rurales la leña es recogida por los miembros de la familia que la van a utilizar o, en algunos casos, por obreros pagados para la recolección.

La cantidad de madera quemada para satisfacer las necesidades energéticas de los hogares depende de la localización de esos mismos hogares. Así, en lugares donde los bosques se han extinguido por el uso indiscriminado e irresponsable, con las consecuencias de degradación y pérdidas de suelos, el consumo de leña es menor que en zonas donde los bosques son abundantes, donde casi triplican su consumo, al quemar descuidadamente la madera.

La utilización también puede variar estacionalmente a causa de las fluctuaciones de disponibilidad en las diferentes épocas del año teniéndose un sustituto momentáneo que no implique mayor esfuerzo su uso y consecución, por ejemplo: en una zona rural del Alto Volta, la caña de sorgo es el principal combustible desde la terminación de la cosecha, en noviembre, hasta mayo y la madera lo es en la estación lluviosa y hasta que la siguiente cosecha proporciona un nuevo abastecimiento de caña de sorgo, (Ernest, citado por Arnold (5).

Las condiciones climáticas inciden en la cantidad de leña utilizada: se requerirá más en las épocas frías del año, especialmente en zonas de baja temperatura.

2.1.2 La leña en Centro América

Según SIECA[1], citado por AID[2] (1), el 80% de los centroamericanos dependen de la leña para cocinar sus alimentos; el sector no comercial de la energía representaba en 1975 el 40% del total de energía consumida; las necesidades de energía en Centro América crecen a razón de 6 a 7% por año, y se espera que ese incremento continúe igual o mayor en el futuro próximo.

Basado en estimaciones de la Comisión Económica para América Latina (CEPAL) se espera que el uso de energía no comercial en Centro América continúe creciendo a razón del 3% anual. Según la misma CEPAL, el consumo total de energía en el Istmo Centro Americano (cuadro 2) se distribuía en el año 1975 de la siguiente forma: 55% petróleo y sus derivados, 31% leña y carbón, 9% bagazo de caña, 5% de energía geotérmica e hidroelectricidad (1).

Cuadro 2. Porcentaje de energía total consumida en el Istmo Centroamericano 1975.

	Petróleo %	Leña y Carbón %	Bagazo de caña %	Geotérmica Hidroeléctrica %	TOTAL
Guatemala	49	41	7	3	100
El Salvador	48	37	9	6	100
Honduras	45	45	6	4	100
Nicaragua	58	25	12	5	100
Costa Rica	50	28	14	8	100
Panamá *	79	13	6	2	100
Promedios no ponderados	55	31	9	5	

* No incluye la zona del canal.

FUENTE: SIECA y CEPAL
Tomado de: AID, Fuelwood and alternative Energy Sources, Project Paper (1)

1: Secretaria permanente del Tratado de Integración Económica C.A.
2: Agencia Internacional de Desarrollo de los EE.UU.

2.1.3 Uso doméstico de leña

En Centro América según SIECA, citado por AID (1), el 80% de los hogares utilizan leña para cocinar, el 12.5% usan kerosene (gas) y el 3.5% electricidad (cuadro 3).

Cuadro 3. Porcentaje de hogares en Centro América que usan leña para cocinar.

(Basado en encuesta de hogares)

	Número de hogares	Leña %	Electricidad %	Kerosene %	No responde %
Guatemala	801,000	88	1	8	3
El Salvador	654,000	77	2	16	5
Honduras	463,000	81	1	15	3
Nicaragua	302,000	75	1	19	5
Costa Rica	231,000	66	25	5	4
Panamá	No disponible				
	2.451,000	80	35	12.5	4

FUENTE: SIECA Y CEPAL

Tomado de: AID, Fuelwood and alternative Energy Sources, Project Paper (1)

2.1.4 Uso de leña en Guatemala

Según el censo de 1964 citado por Martínez (12) el 84.9% del total de hogares guatemaltecos utilizaban leña y 4.7% utilizaban carbón como combustible para cocinar; de estos el 64.5% estaban en el medio rural y el 25.1 en el medio urbano. Del total de hogares urbanos el 63.3% cocinaban con leña y el 11.7% con carbón; en el medio rural, del total de hogares, el 75% utilizaban leña y el 0.9% carbón.

Según el censo de 1973 el 82.6% del total de hogares de Guatemala utilizaban leña (80.6%) o carbón (2.0%) como combustible; el 21.3% de estos hogares estaban en el medio urbano y el 61.3% en el medio rural. Tomando en forma separada los hogares urbanos y rurales, en los primeros, el 52.5% cocinaban con leña y el 5.1% lo hacían con carbón;

en el medio rural el 97.1% de los hogares cocinaban con leña y el 0.2% lo hacían con carbón.

A inicios de 1980 se realizó por parte del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo y el Consejo de Planificación Económica de Guatemala, un estudio sobre el uso presente y futuro de energía en Guatemala, dentro del cual se investigó sobre el uso de leña y otros combustibles domésticos en el país, los datos obtenidos reflejaron similitud con los reportados por el censo de 1973, ya que un 80% de los hogares encuestados usan leña ya sea sola o en combinación con otro combustible (12).

Méndez Domínguez, A., citado por Martínez (12) en su estudio "Fuelwood use and attitudes in Guatemala, Salvador and Costa Rica" analizando un muestreo realizado en 1979 en 15 comunidades guatemaltecas, por voluntarios del Cuerpo de Paz, encontró que entre un 85% y un 100% de los hogares cocinaban con leña, disminuyendo la proporción a medida que aumentaba el tamaño de la población así:

Tamaño de la población	% Hogares que consumen leña
200 - 1 500 habit.	90 - 100
1 501 - 6 000 habit.	89 ó menos

Sisson, citado por el mismo Méndez, reporta hallazgos similares en comunidades del altiplano guatemalteco.

Martínez (12), en 1980, en una encuesta a áreas urbanas encontró que el 55% de los hogares encuestados cocinan con leña y el 4% lo hacen con carbón; el 12% de los hogares utilizan kerosene y un 28% gas propano, mientras que solo 1% lo hacen con electricidad.

2.2 Especies utilizadas para leña

Martínez (13), citando a varios autores, enuncia las siguientes consideraciones para la elección de especies para la producción de combustible.

Las mejores especies de un determinado lugar, desde el punto de vista de producción de leña y carbón, no son necesariamente las mejores para la producción de madera, postes y otros productos. En general deben usarse como primera opción especies nativas, adaptadas al lugar y de las cuales se conozcan algunas de sus características silviculturales, que tengan aceptabilidad entre los consumidores y que haya disponibilidad de semilla.

Como segunda opción se presenta el uso de especies exóticas en un determinado lugar y ambiente. Aunque el uso de exóticas produce siempre objeciones, sin embargo hay algunas razones que justifican su uso:

a) Pueden poseer propiedades no disponibles en las especies nativas.

b) Una vez se adaptan a un sitio y condiciones climáticas, usualmente presentan mayor rendimiento que las nativas; además pueden no estar sujetas a los parásitos locales que afectan a las especies del lugar.

c) Son de fácil manejo y se conoce su silvicultura.

d) Pueden sembrarse en plantaciones puras, mientras que algunas especies nativas, que crecen en el bosque natural, no lo hacen tan bien en plantación artificial.

Las especies que se utilicen para la producción de madera para combustible deben tener las siguientes características:

a) Supervivencia: implica resistencia a factores del medio como salinidad y poca disponibilidad de nutrimentos en los suelos, resistencia a la sequía, a ataques de insectos, al ramoneo o pastoreo de animales, al fuego, a daños producidos por el hombre o a mal manejo. Habilidad para crecer en un amplio rango de condiciones ambientales.

b) Deben ser pioneras en la sucesión ecológica.

c) Rápido crecimiento: rotaciones cortas son deseables, con alta productividad de madera por unidad de área, o por árbol.

d) Disponibilidad de semillas en cantidades suficientes y de buena calidad, a bajo costo: en especies para leña es muy deseable la habilidad para producir rebrotes, ya que se reducen los costos de establecimiento de la segunda cosecha.

e) Propiedades de la madera: la densidad es usada comunmente como indicador de la capacidad calórica y esta a su vez está relacionada con el contenido de lignina o la composición de los carbohidratos y la presencia de extractivos (resinas y gomas).

La velocidad de quemado es importante, pues es deseable que la madera se queme lentamente produciendo buena brasa y menos cantidad de cenizas, no debe de producir chispas, humo o gases tóxicos, ni producir alergias.

La densidad de la madera comunmente presenta correlación negativa con la rapidez de crecimiento, pero la producción de grandes volúmenes en especies con madera de baja densidad puede compensar esta dificultad.

El contenido de humedad es importante, no obstante que algunas especies queman bien aún con altos contenidos de humedad. La rapidez natural de secado es una propiedad deseable.

Debe de considerarse también que la madera de especies para leña o carbón no deben tener grano entrecruzado o inclusiones de silicio, especialmente porque estas características dificultan su rajado. Debe además tener durabilidad natural para resistir almacenamiento por períodos relativamente largos, especialmente en estación lluviosa. (13).

f) Otras características: Es conveniente que las especies utilizadas presenten habilidad para control de erosión y conservación de suelos, enriquezcan el suelo, especialmente por la habilidad de fijar nitrógeno, es también deseable que las hojas y/o frutos puedan utilizarse en alimentación o como forraje (13).

2.3 Descripción de las especies utilizadas en el estudio

2.3.1 Aripín

Nombre técnico: Caesalpinia velutina (B & R) Standl.

Nombres comunes: Aripín, Palo colorado, Totoposte ó Chaperno blanco.

Familia: Leguminosae Subfamilia: Caesalpinoideae

Principales características: Es un árbol caducifolio crece hasta 15-18 m., con fuste recto; ramificado y cuando no existe competencia, presenta copa ancha. El tronco se caracteriza por poseer placas de corteza desprendibles, conspícuas, en la edad madura; la corteza es lisa de color blanco grisáceo lenticelado, característica del árbol cuando joven; las hojas son bipinadas, alternas, sin espinas, de 15 a 20 cm. de longitud, con yemas axilares, cada hoja posee 4 pares de pinas, la pina posee de 6 a 7 pares de hojuelas opuestas, de 2 a 5 cm. de longitud y de 1 a 2 cm. de ancho, de forma oblonga y oblonga ovalada. Las hojuelas tiernas son pubescentes, especialmente en el envés. Los frutos son legumbres en racimos, persistentes, de color verde claro cuando inmaduros y café obscuro (casi negros) cuando maduros, las semillas son redondeadas y aplanadas, de 5 a 7 mm. de diámetro.

La floración es abundante, de color amarillo, con alta producción de frutos, esta ocurre en los meses de noviembre, diciembre y enero. (15). Es sobresaliente en este árbol que al final de la estación de lluvia produce gran cantidad de vainas, las cuales permanecen colgadas en sus ramas durante la estación seca (hasta 7 meses), cayendo sus semillas al entrar el invierno, asegurándose así su sobrevivencia (19).

Distribución: Arbol propio de zonas secas, se le encuentra en zonas de bosque seco subtropical y Monte espinoso subrropical de Guatemala, se le localiza en los departamentos de El Progreso, Zacapa, Chiquimula, Huehuetenango, también se puede encontrar aunque en menor grado en la Costa Pacífica principalmente en los parcelamientos "La Máquina" y "La Blanca", en donde se le conoce con el nombre de Palo colorado (15).

Usos: Producción de leña, construcción de vivienda rural, madera de pequeñas dimensiones, protección de fuentes de agua, control de erosión (15).

Crecimiento y rendimientos: En zonas secas (400 mm/año) crece hasta 1.5 m/año en altura durante el primer año, en siembra de semilla directa al sitio definitivo (15). En zonas de 1 000 mm. alcanza crecimiento de 3-4 m./año.

Rendimientos: No reportados.

Requerimientos climáticos: Se le ha encontrado en zonas de altas temperaturas, no menores de 20ºC. en promedio, desde el nivel del mar hasta 900 m. y precipitaciones desde 300 a 1 500 mm. anuales (14).

Suelos: Se desarrolla en suelos pobres, moderadamente arcillosos, francos a franco arenosos, rocosos y de poca profundidad. Se han encontrado ejemplares creciendo sobre pequeñas porciones de tierra depositadas sobre rocas (15).

Propagación: La viabilidad de las semillas es alta y puede plantarse directamente en bolsa o a campo definitivo, recibiendo el mismo tratamiento que las semillas de granos básicos (maíz) al sembarse (15). La semilla no requiere tratamiento pregerminativo, aunque para acelerar la germinación se puede tratar con agua a 80ºC. por 3 minutos y lavado con agua fría. La semilla germina al término de 5 días (15). Requiere limpias constantes durante las primeras etapas de establecimiento, por lo que la siembra asociada con cultivo agrícola es muy recomendable.

Plagas y enfermedades: La semilla es muy apetecida por un coleóptero no identificado, por lo que cuando se almacena debe de preservarse con algún producto químico (15).

Limitaciones: No reportado.

Especies relacionadas: Caesalpinia coriaria (Jacq.) Will, con maderas utilizadas en ebanistería, vigas y con frutos taníferos; C. platyloba Wate. con cualidades y aplicaciones iguales al aripín, utilizado por los Mayas en edificios precolombinos (15).

2.3.2 Caliandra

Nombre técnico: Calliandra calothyrsus Meissn

Nombre común: Caliandra, Cabello de angel

Sinónimo: Calliandra confusa

Familia: Leguminosae Subfamilia: Mimosoideae

Principales características: Es un arbusto de las leguminosas, que raramente sobrepasa los 10 m. de altura y llega a tener diámetros de 20 cm. es prometedor para ser utilizado como leña debido a su excelente capacidad de rebrote y su rápido crecimiento. En Indonesia este árbol ha sido cortado para utilizarlo como leña al año de plantado y generalmente se consecha de esta manera por término de 15 a 20 años; en cortas rotacionales, el principal producto es ramas, las cuales son buen combustible para los hogares (16).

Distribución: Esta planta es nativa de América Central, pero fue introducida de Guatemala a Indonesia en 1936. Luego fue plantada en gran escala; para el año 1979 en Java tienen bajo cultivo alrededor de 30,000 hectáreas (16).

Usos: Produce leña la cual es un buen combustible para cocinar y además es utilizada para la pequeña industria en la fabricación de tejas y ladrillo de barro cocido; la madera tiene un peso específico de 0.51 a 0.78, esto puede dar un valor calorífico de 4,500 a 4,750 Kcal/kg., con un contenido de ceniza de 1.8% (16). Esta especie crece rápidamente, tiene un follaje denso que protege al suelo y su extenso y profundo sistema radicular lo amarra, por lo que Calliandra calothyrsus es particularmente adecuada para el control de erosión sobre pen-

dientes y para rejuvenecer suelos degradados. Su uso extensivo es planeado en Java para protección de cuencas. Puede fijar el nitrógeno y al caer su follaje Calliandra mejora la calidad y productividad del suelo, por lo que algunos agricultores en el este de Java, algunas veces hacen rotación de cultivos con plantaciones de esta especie; como forraje las hojas y ramas tiernas de la planta tienen buen sabor y es un buen alimento para ganado. En Indonesia reportan que la producción anual de materia seca es de 7 a 10 toneladas (22% de proteína cruda) por hectárea; esta planta crece juntamente con pasto Elefante (Pennisetum sp.) para forraje en grandes áreas, previendo que el pasto es insuficiente para la demanda de forraje; esta planta tiene flores de color rojo por lo que es utilizada como ornamental; en Indonesia es plantada en franjas a lo largo de tierras del estado para proteger los bosques contra incendios; por el color atractivo de sus flores también es utilizada para la producción de miel (16).

Crecimiento y rendimientos: En parcelas de prueba en Indonesia ha mostrado un crecimiento inicial de 2.5 a 3.5 m. de altura en solamente 6 a 9 meses. Después de un año de plantada Calliandra puede ser cortada a 50 cm. sobre el suelo, reportándose rendimientos alrededor de 5 a 20 m^3/ha. Después cortando anualmente es posible una producción que oscila entre 35 y 65 m^3 de pequeñas partes de leña por hectárea (16).

Requerimientos climáticos: En cuanto a temperatura no está reportado, crece bien desde los 150 a 1 500 m.s.n.m., necesita más de 1 000 mm./año, resiste sequía durante algunos meses (16).

Suelos: Pueden ser variados, infértiles, pesados, poco aireados (16).

Propagación: Para poder establecer plantaciones puede utilizarse la siembra directa o plantones en bolsa y generalmente cuando entra el invierno son plantados en el campo, después del transplante a bolsa tardan de 4 a 6 meses para sembrarlas en campo definitivo. Para poder obtener buena germinación de la semilla se coloca en agua 80ºC. por 2 a 3 minutos, luego se coloca en agua fría por 24 horas. Debido a que crece rápidamente y su follaje es denso suprime a las malezas (16).

Plagas y enfermedades: No reportado.

Limitaciones: Existe poca información sobre el crecimiento de esta especie en diferentes sitios. Esta planta es bastante rústica y se reproduce fácilmente, por lo que podría convertirse en una especie de maleza y tener dificultades para tenerla bajo control.

2.3.3 Dalbergia

Nombre técnico: Dalbergia sissoo

Nombres comunes: Sissoo o Shishan

Familia: Leguminosae Subfamilia: Papilionoideae

Principales características: Arbol muy adaptable a zonas secas, Dalbergia es particularmente digno de poner atención a su investigación. Su madera es fuerte y dura, la que puede compararse con la de Teca (Tectona grandis). Este árbol crece rápido bajo condiciones favorables de suelo y clima; puede llegar a crecer 30 m. de altura, tiene mala forma, pero su madera de colores brillantes, por su escasez y por el tipo especial de veta es una madera muy apreciada (17).

Distribución: Este árbol es originario de la India, Nepal y Pakistan, en donde es plantada en áreas secas en vez de Teca, en India se ha cultivado más extensivamente, tanto más que otras especies como Teca, y en Pakistán hay más de 100,000 hectáreas de plantaciones irrigadas de Dalbergia sissoo (17).

Usos: En India y Pakistán, es usado extensivamente para forestar tierras áridas, por ejemplo dunas de arenas costaneras y tierras abandonadas infestadas con malezas como Lantana aculeata. En Estados Unidos (Arizona y Florida) Dalbergia sissoo es un árbol utilizado para la sombra de las casas, en calles y parques es utilizado como ornamental. Puede utilizarse también para cortinas rompevientos, reforestación de cuencas, áreas anegadas y para evitar desbordamientos de ríos, su madera es excelente para varios propósitos: muebles, pisos, construcción, botes, tallado de madera y leña (17).

Crecimiento y rendimientos: Bajo condiciones favorables de suelo y clima puede llegar a crecer 3.7 m. en 5 años y 15 m. en 10 años. Sobre suelos lateríticos este árbol crece a razón de 2 a 3 m. de altura en 2 años. Rendimientos no reportados (17).

Requerimientos climáticos: Crece bien desde el nivel del mar hasta los 1,000 m. de elevación, puede sobrevivir a temperaturas de bajo cero y de hasta 50ºC., tolera la salinidad, puede soportar de 3 a 4 meses de sequía (observado en la estación seca de Sudan), es un árbol típico de bosques de Sabana (con precipitación anual de 700 a 2,000 mm.). (17).

Propagación: Se reproduce vigorosamente por chupones (haciendo uso de esta técnica generalmente para estabilizar sitios erosionados); también rebrota con facilidad y puede plantarse utilizando grandes estacas, en vivero su reproducción se hace por semilla teniendo un buen porcentaje de viabilidad y por ende buena germinación. La semilla no necesita ningún tratamiento, este árbol tiene habilidad para competir con malezas (17).

Plagas y enfermedades: No reportado.

Limitaciones: No reportado.

2.3.4 Madrecacao

Nombre técnico: Gliricidia sepium (JACQ) Stand.

Nombres comunes: Madrecacao, Mata Ratón, Cocoite, Cacaonance, Madero negro.

Sinónimo: Gliricidia maculata (H.B.K.) Steud.

Familia: Leguminosae Subfamilia: Papilionoideae

Principales características: Es un árbol pequeño que crece no más de 10 m. de altura, tiene copa abierta y a menudo llega a tener 30 cm. de diámetro o más, es un árbol de rápido crecimiento, bueno para cultivar en áreas populares por ejemplo: en aldeas, fincas, patios de las casas, orillas de caminos y senderos, fija nitrógeno eficientemente, durante la estación seca o fría deja caer sus hojas formando un mantillo que ayuda a conservar el agua del suelo (16).

Distribución: Es nativo del Sur de México, Centro América y Norte de Suramérica, Gliricidia ha sido introducido al Oeste de la India, en donde se ha naturalizado. También fue introducido en Africa y Asia y ha sido naturalizado en las Filipinas. Ha sido plantado en el Sur de Florida y Sud-América especialmente en el sur de Brasil.

Usos: Donde quiera que Gliricidia sepium crece, es una dura y pesada madera y es usada como leña, aunque no crece demasiado alto, este árbol produce muchas ramas y rebrota fácilmente, su valor calorífico es de 4,900 Kcal/Kg.

La madera tiene un acabado suave y es apropiada para muebles, pequeños artículos, implementos para agricultura y herramientas manuales; es altamente resistente a los termites y podredumbre, por lo que es utilizado para postes y construcción. Una hilera o fila de estos árboles hace muy efectivo los cercos vivos o cortinas rompevientos, los cuales podrán establecerse por largos años sin mantenimiento.

Es utilizada con fines ornamentales, ya que este árbol produce densas masas de atractivas flores blancas o rosadas.

Dejando crecer las ramas y follaje, es un excelente árbol de sombrío especialmente para cacao, café, vainilla y té. El follaje es rico en nitrógeno y la caída de las hojas enriquecen el suelo bajo los árboles, el follaje puede ser cortado y utilizado para fertilizar cultivos cercanos.

Las podas de estos árboles cada mes o durante la estación lluviosa asegura grandes cantidades de follaje para abono verde o alimento para ganado puesto que las hojas contienen más de 20% de proteína cruda y son nutritivas para el ganado (pero son tóxicas para otros animales, incluyendo caballos). Las flores son buen recurso de forraje para abejas en la producción de miel (16).

Crecimiento y rendimientos: Según Martínez (11) en la zona Pacífica Sur de Costa Rica, en una plantación de G. sepium de 3.1 años de edad, se encontró un incremento anual en altura de 24.7 dm. y 24 mm. en diámetro y para una plantación de 3.0 años reporta incrementos anuales en altura de 19.7 dm. y 18 mm. en diámetro.

Requerimientos climáticos: Su rango de temperatura va de 22º a 30ºC. se encuentra establecido en los planes y al pie de las colinas de América Central, extiéndose hasta los 1,600 m.s.n.m., pero principalmente se encuentra abajo de los 500 m., necesita de 1,500 a 2,300 mm/año de precipitación pluvial, aunque tambien se le encuentra en zonas de menos de 1,000 mm., se adapta a suelos húmedos o secos con altas concentraciones de arcilla (16).

Propagación: Esta planta se propaga fácilmente por semillas, sin embargo la regeneración por medio de grandes estacas (a menudo cerca de los 2 m. de largo) es un método simple de conseguir grandes especímenes rápidamente. En cuanto a la producción de plantas en vivero es recomendable sumergir la semilla en agua caliente (80ºC) por 3 minutos y luego en agua fría toda una noche, sembrándola el día siguiente, en cuanto a la habilidad de este árbol para competir con malezas no está reportado (16).

Plagas y enfermedades: Observaciones hechas en Puerto Rico reportan que este árbol es atacado por áfidos o pulgones. Estos diminutos insectos se propagan y multiplican rápidamente y secregan una materia líquida dulce que atrae a las hormigas y fomenta el crecimiento de un hongo negro, moho de hollín, sobre las hojas. Muchas de las hojas ennegrecidas se caen, defoliando el árbol.

Limitaciones: Las raíces, cortezas y semillas son venenosas. Las hojas pueden también ser tóxicas para los humanos, aunque ellas son comidas en algunas partes de los trópicos (10).

En Guatemala las flores de este árbol son comidas por las personas, principalmente en la zona de oriente del país. Quizá cocinando las hojas y flores se inactiva la toxina. [1]

2.3.5 Yaje

Nombre técnico% Leucaena leucocephala

Nombres comunes: Yaje, Guaje, Motilla

Sinónimo: Leucaena glauca

Familia: Leguminosae Subfamilia: Mimosoideae

Nombres comunes en otros países: Ipil-ipil (Filipina), Lamtora (Indonesia), Guaje, Yaje, Uaxín (América Latina).

Características principales: Dependiendo de la variedad Leucaena puede crecer hasta 20 m. o achaparrado con muchas ramas arbustivas y con menos de 5 m. de alto. Este árbol tiene hojas plumosas, en grandes manojos, vainas de color café, a menudo casi transparentes y pequeñas flores blancas de forma de borla. De todas las legu-

1: Comunicación personal.

minosas del trópico, Leucaena ofrece una gran variedad de usos. Por medio de sus muchas variedades, puede producir nutritivo forraje, leña, madera y rico fertilizante orgánico (16).

Distribución: Leucaena es originaria del sur de México y de Centro América, y ha sido introducida a varios países como Filipina, Indonesia, Nueva Guinea, Malasia, este y oeste de Africa, actualmente es verdaderamente pantropical (16).

Usos: La madera de Leucaena es un excelente combustible como leña o carbón. Este árbol ha sido usado grandemente para este propósito en las Filipinas, nuevas variedades han sido producidas y estas ya han sido plantadas para proveer combustible para generadores de electricidad, facilitando los procesos de la agricultura y fábricas. La madera tiene alta densidad y alto valor calorífico los cuales se consideran poco comunes en relación al rápido crecimiento del árbol y porque los tocones rápidamente rebrotan. La planta podría llegar a ser un recurso renovable de energía en áreas donde se carece de leña. Su valor calorífico es de 4,200 a 4,600 Kcal./Kg. Como forraje en Queensland, Australia, el ganado alimentado con Leucaena ha demostrado ganancias de peso de los más altos logrados en el trópico. Es apropiada principalmente para ganado bovino, búfalo de agua y cabras, el forraje de Leucaena es altamente palatable, digestible y nutritivo. Tanto las vacas lecheras como el ganado de carne pueden vivir a expensas de Leucaena solamente, hasta que ocurra la toxicidad de mimosina.

Después de esto puede ser quitado o eliminado totalmente suplentando la dieta con otros forrajes. La rusticidad y tolerancia a la sequía de esta planta la hace un candidato promisorio para aumentar las producciones de lecha y carne en los trópicos secos (16).

Las recientes descubiertas variedades arbóreas de crecimiento rápido son productoras de madera para varios usos, madera rolliza y madera aserrable. La madera de Leucaena tiene el valor potencial de ser una fuente para producción de pulpa de papel, madera rolliza y materiales de construcción.

Este árbol es una leguminosa fijadora de nitrógeno, lo cual ayuda a enriquecer el suelo y favorece las plantas vecinas, su follaje es alto en contenido de nitrógeno y la caída de estas hojas al suelo hace que recupere tal elemento debajo de los árboles. Su sistema radicular agresivo, quiebra las copas impermeables del subsuelo mejorando la

penetración de la humedad y evitando el escurrimiento del agua superficial. Su habilidad para progresar sobre colinas empinadas, suelos marginales y en áreas de zonas secas pronunciadas, la hacen candidato preferencial para restaurar la cubierta forestal de cursos de agua, colinas y pastizales que han sido desnudados por el fuego o rozas excesivas.

Crecimiento y rendimientos: En las Filipinas, plantaciones densas de Leucaena han producido mayores cantidades anuales de madera que cualquier otra especie medida. Incrementos en producción han sido medidos de 24 a más de 100 m^3 por hectárea. El promedio anual de incremento sin embargo se ha esperado que sea entre 30 y 40 m^3 por hectárea.

Requerimientos climáticos: Leucaena está restringida a los trópicos subtrópicos; las heladas la matan. Es una especie para las tierras bajas, principalmente debajo de los 500 m.s.n.m., la planta crece a elevaciones mayores pero sin el vigor de la tierra baja. La especie crece bien con una precipitación de 600 a 1,700 mm., sin embargo es la vegetación dominante en la zona de Diamond Head en Honolulu, donde la lluvia anual sólo llega a 250 mm. El sistema radicular de Leucaena le permite tolerar un amplio rango de suelos; se le encuentra en suelos que varían desde los rocosos a arcillosos pesados y suelos de coral. Leucaena crece bien solamente en suelos neutros o alcalinos (especialmente piedra caliza); crece probremente en suelos ácidos (16).

Propagación: La viabilidad de la semilla es alta y puede ser sembrada exitosamente a mano o a máquina. Las plantitas de semilla son de crecimiento lento inicial, en vivero pueden ser reproducidas sembrando la semilla directamente a la bolsa o colocándola en cajas germinadoras y posteriormente repicándola a las bolsas, puede ser reproducida por estacas o por injerto pero con cierta dificultad. El 80% de germinación puede conseguirse dentro de 8 días, tratado con agua caliente (80ºC) por 2 a 3 minutos. Mejores o iguales germinaciones pueden obtenerse remojando la semilla por 2 a 3 días. Para establecer la Leucaena deben controlarse las malezas. Una vez establecida, la sombra que proyecta controla totalmente a las plantas adventicias.

Plagas y enfermedades: Es altamente resistente a plagas y enfermedades, algunas pestes comunes son el gorgojo de la semilla, los termites y los cortadores de la punta de las ramitas.

Limitaciones: La Leucaena ha sufrido en su reputación en algunas áreas debido a que algunas variedades persistentes se han convertido en malezas. También porque su follaje contine mimosina que es tóxico para los rumiantes al consumirla en cantidades excesivas.

2.3.6 Sesbania

Nombre técnico: Sesbania grandiflora

Nombres comunes: Sesban, Bacule, Katurai (Filipinas), Flores de agosto (Guyana), Arbol de frijol (Oeste de India), Turí (Malasia, Java), Gallito, Chogache (India).

Sinónimo: Agati grandiflora

Familia: Leguminosae Subfamilia: Papilionoideae

Principales características: Sesbania grandiflora crece hasta una altura de 10 m. con un diámetro del tronco cerca de 30 cm. el tronco es recto y cilíndrico y la madera blanca y suave. La corteza gris claro, profundamente surcada y de textura corchosa. Este pequeño árbol produce leña, forraje, pulpa para papel, alimento humano y abono verde, es promisorio para reforestar potreros abandonados y tierras erosionadas en todo el trópico. Se combina bien con cultivos (agroforestería), en donde escasean los árboles, representando una fuente importante de leña.

Después que la planta es cosechada, los retoños y rebrotes surgen con tanta fuerza que parecen incontrolables. La característica sobresaliente es su rápido crecimiento, particularmente durante los 3 a 4 primeros años (16).

Distribución: Nativa de los países asiáticos, India, Malasia, Indonesia y Filipinas. Sesbania grandiflora crece sobre los diques en medio de los campos de arroz, a lo largo de los caminos, en los jardines y hortalizas. Ha sido ampliamente distribuida en el sur de Florida, Indias Occidentales así como sur de México, todo Centro América, hasta Sud América, también se cultiva en Mauritius (16).

Usos: Sesbania ha sido ampliamente usada como leña en Asia y se le ha plantado en Indonesia. Sin embargo la madera es blanca, suave y con baja gravedad específica (0.42) la cual es baja para usarla como

combustible industrial. En Manila se siembra para embellecimiento a lo largo de la vía férrea y en los cercos. Las grandes flores vistosas y sus largas vainas lo hacen ornamental. Con su copa abierta es una buena cortina rompevientos y un buen cerco vivo. Las hojas tiernas, las vainas verdes y las flores gigantescas son una hortaliza favorita de los asiáticos, se usan en ensalada, sopas y algunas veces fritas o cocidas. Las hojas tienen arriba del 36% de proteína cruda en peso seco y su alto contenido de minerales y vitaminas hace una hortaliza tan nutritiva como la espinaca. Al ganado le encanta sus hojas y sus grandes vainas (mayores de 60 cm.), en Java en donde la crianza de ganado es importante, se le cultiva como fuente de forraje y se poda constantemente para mantenerla al alcance del ganado.

Hace este árbol un excelente abono verde y en Indonesia se siembran árboles a lo largo de los diques para beneficio de los cultivos nacionales. Se le considera como excelente soporte de cultivos de bejuco como la pimienta. En Taiwan se ha probado como beneficiosa para reforestar colinas erosionadas. Cuando se le corta, la corteza exuda una goma clara que se usa como sustituto de la goma arábiga en alimentos y adhesivos. También produce un agente tánico. En el Este de Java se le usa extensivamente como una fuente para la fabricación de papel. El largo de la fibra (1.1 mm) es parecida al de las maderas duras y su composición química es adptable a la fabricación de pulpa (16).

Crecimiento y rendimiento: En India, plantaciones cultivadas han alcanzado 8 m. en 3 años con un promedio de no menos de 10 cm. de diámetro. Se le puede plantar densamente, con 3,000 a más árboles/ha. obteniéndose producciones de madera de 20 a 25 m^3/ha./año datos reportados en Indonesia; en setos de campos agrícolas de Java se han conseguido 3 m^3 de madera rolliza por hectárea en rotaciones de 2 años (16).

Requerimientos climáticos: Sesbania es sensible a las heladas y se adapta únicamente a las condiciones tropicales. Crece hasta los 800 m.s.n.m. Se desarrolla bien en donde la precipitación excede los 100 mm. y hay pocos meses de estación seca. Se cultiva en regiones con irrigación o con encharcamientos, tal como los arrozales asiáticos. Por otro lado, crece bien en el clima semi-árido de las Islas Timor de Indonesia. Es capaz de sobrevivir en un amplio rango de suelos, aún en suelos pobres, incluyendo arcillas de mala estructura. Su extraordinaria nodulación ayuda a restaurar la fertilidad de los suelos empobrecidos. En Timor se cultiva en terrenos abandonados. Esta cualidad unida a su rápido crecimiento la hacen excepcionalmente buena como mejoradora de suelos (16).

Propagación: Se propaga fácilmente por estacas o en semilleros. Requiere poca atención y puede ser sembrada en gran escala directamente o con siembra por avión. La semilla no requiere tratamiento, la habilidad para competir con malezas no ha sido reportado.

Enfermedades y plagas: Muy susceptible a nemátodos. En Australia ha sido dañado por Cacatúas y saltamontes.

Limitaciones: No hay información disponible sobre silvicultura general de esta planta (16).

El Cuadro 4 presenta los requerimientos climáticos y suelos y usos principales de las 6 especies estudiadas.

CUADRO 4. Requerimientos climáticos, de suelos y usos principales de las 6 especies estudiadas

	Temperatura ºC.	Altitud m.s.n.m	Precipitación mm.	Suelos	pH	USOS								
						Lc	Pu	Po	As	Ce	Fo	Mi	Or	Cr
Caesalpinia velutina	20-40	0-900	300-1500	Pobres	Alcalino	++		+		+				+
Calliandra calothyrsus	22-28	150-1500	1000 o más	Variados	Variado	+				++	+	++	++	
Dalbergia sissoo	0-50	0-1000	700-2000	Tolera salinidad	Alcalino	+		+	+	+	+		+	+
Gliricidia sepium	22-30	0-1600	1000-2300	Variados	Calcareos	++		+	+	+	+	+	+	+
Leucaena leucocephala	20-28	0-600	600-1700 y más	Variados	Alcalino, neutro	++	+	+	o	+	++	+	+	+
Sesbania grandiflora	24-28	0-500	1000 o más	Variados	Variado	o	+			+	+		+	

Lc = Leña o carbón; Pu = Pulpa; Po = Postes; As = Aserrío; Ce = Control erosión; Fo = Forraje; Mi = Melifera
Or = Ornamental; Cr = Cortinas rompevientos.

++ = Muy buena; + = Buena; o = Regular, con limitaciones.

3. MATERIALES Y METODOS

3.1 Descripción del área experimental

3.1.1 Localización

El parcelamiento "La Máquina" se localiza en el departamento de Suchitepéquez, municipio de Cuyotenango; colinda en la parte norte con la Finca Entre Ríos, en la parte sur con la Playa "El Tulate" sobre el Océano Pacífico, en la parte Este el río Icán y en la parte Oeste el río Sís.

El ensayo se realizó en la línea B-12, parcela B-505, propiedad del señor Máximo Alemán, a 14º23ˆ latitud norte y 91º35ˆ longitud Oeste, con una elevación de 50 m.s.n.m., se dió inicio al ensayo, en la primera quincena del mes de junio/82, finalizando en la segunda quincena del mes de diciembre/82. La figura 1 presenta el mapa de localización del área.

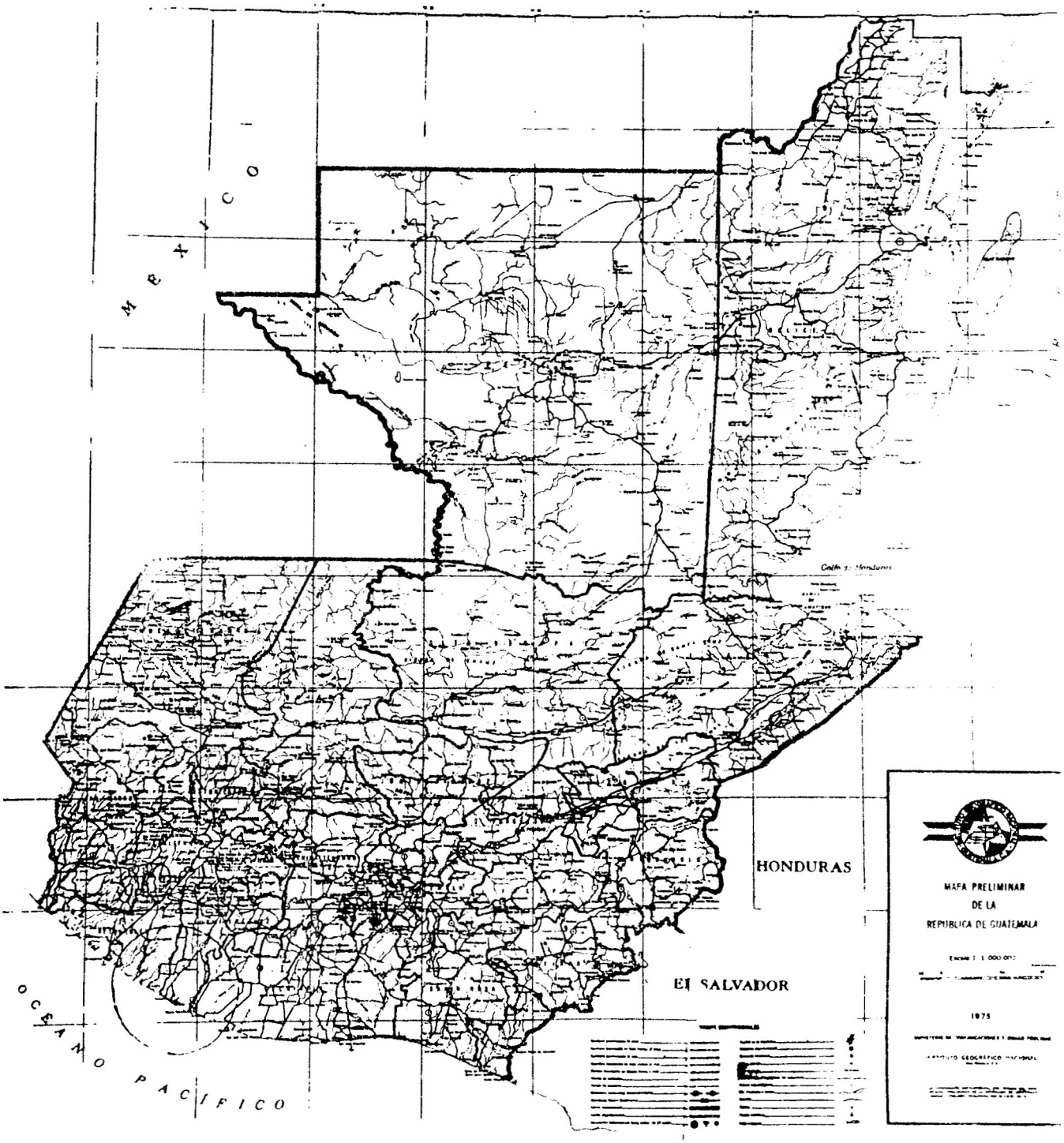
3.1.2 Suelos

Según Simmons et al)19), los suelos pertenecen al grupo del Litoral del Pacífico, sub-grupo "A", semi-Ixtán arcillosos (Ix), material madre ceniza volcánica cementada de color claro (aluvión) relieve casi plana, drenaje interno regular, color café obscuro, el suelo superficial presenta textura arcillosa y consistencia plástica, con espesor aproximado de 10 cm., el subsuelo presenta un color café obscuro, textura arcillosa, consistencia plástica, espesor aproximado 60 a 75 cm. La topografía es ondulada con una pendiente suave hacia la costa.

3.1.3 Clima

Según De la Cruz (8), el parcelamiento "La Máquina en su mayor parte puede ubicarse en la zona subtropical húmeda, existe una pequeña fracción que se halla en la zona subtropical seca.

La temperatura media anual es de 27ºC. con una máxima de 37ºC. y una mínima de 20ºC. Precipitación pluvial media de 1,329 mm. distribuidos entre los meses de Abril a Octubre de manera irregular (9). La figura 2 presenta la distribución de la precipitación en el área.


M E X I C O
HONDURAS
EL SALVADOR
O C E A N O P A C I F I C O
MAPA PRELIMINAR
DE LA
REPUBLICA DE GUATEMALA
1975

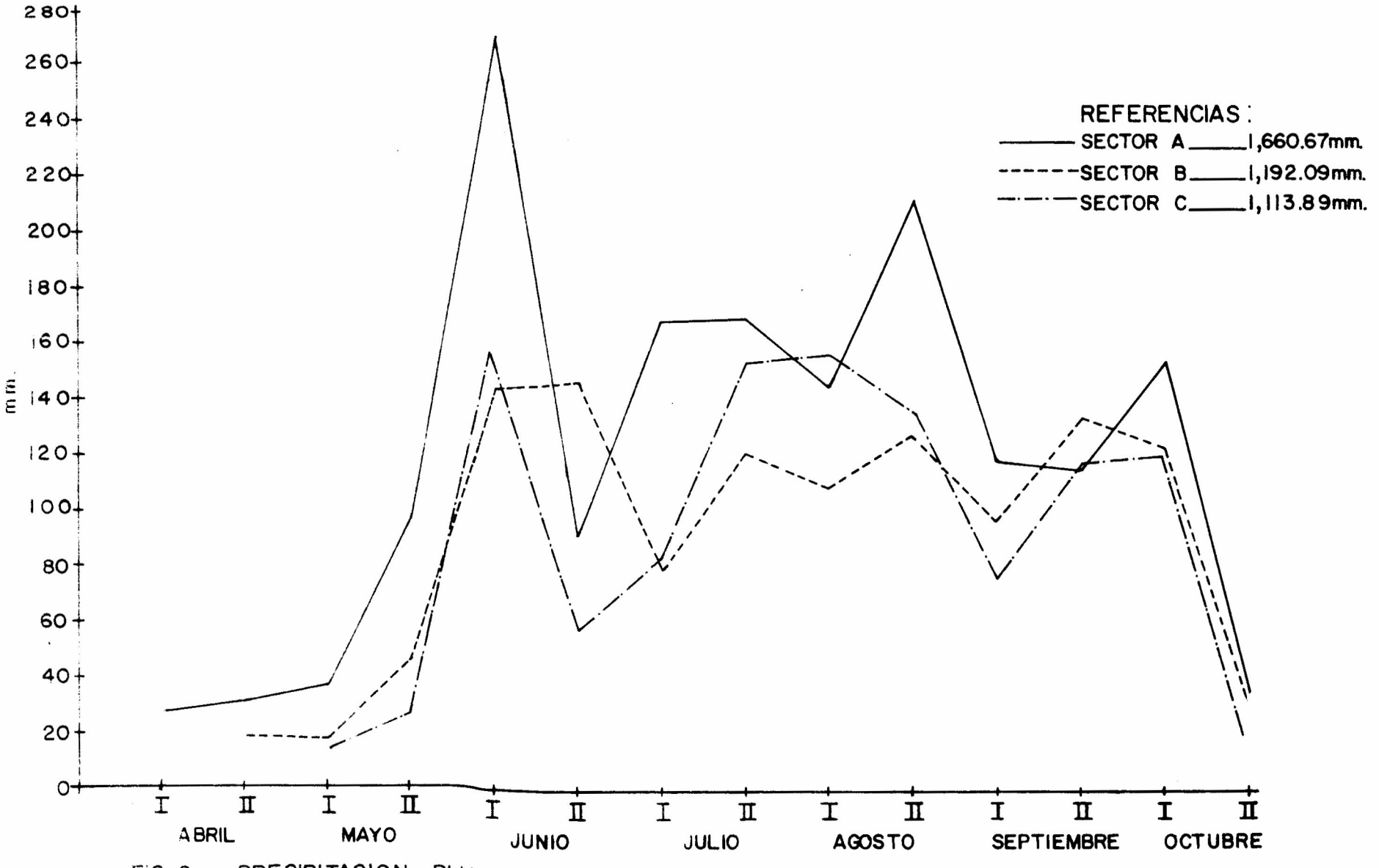


FIG. 2. PRECIPITACION PLUVIAL EN LA MAQUINA, 1,980.

FUENTE: ESTACION EXPERIMENTAL DEL ICTA, "LA MAQUINA."

3.2 Materiales básicos

3.2.1 Obtención de plántulas

Las plantas fueron producidas en el vivero forestal "La Máquina", instalado en la línea B-4 del parcelamiento, el envase utilizado fue bolsas de polietileno de $6\frac{1}{2}$ cm. de diámetro por 24 cm. de largo (en el mercado se le conoce como bolsa 4" x 20"), se usaron plantitas con altura promedio de 30 cm. al momento de la siembra.

3.2.2 Especies probadas

		Procedencia de la semilla
Aripín	Caesalpinia velutina	Depto. de El Progreso
Caliandra	Calliandra calothyrsus	Indonesia vía BLSF-CATIE*
Dalbergia	Dalbergia sissoo	Nepal vía BLSF-CATIE*
Madrecacao	Gliricidia sepium	Parc. "La Máquina" Such.
Sesbania	Sesbania grandiflora	India vía BLSF-CATIE*
Yaje	Leucaena leucocephala	Costa Rica vía BLSF-CATIE*

3.3 Distancia de siembra y diseño de campo

La siembra se efectuó a 2 x 2 m., para una densidad inicial de 2,500 plantas/ha., el diseño fue de bloques completos al azar con 4 replicaciones; en el campo fue orientado de Norte a Sur dirección en la cual se colocaron los cuatro bloques en donde fueron distribuídos los tratamientos. (Ver plano de distribución de parcelas anexo 2).

3.4 Trabajos de campo y establecimiento

a) Chapeo del área

Se hizo un chapeo general del área con machete.

b) Aplicación de herbicida

Como la maleza es muy vigorosa se aplicó el herbicida quemante o de contacto cuyo nombre comercial es Paraquat, la aplicación se hizo el día siguiente del chapeo.

* Banco Latinoamericano de semillas forestales del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza.

c) Trazado y estaquillado

Se cortaron 96 estacas para delimitar las 24 parcelas (4 estacas por parcela), cada parcela con extensión de 49 m^2 (7 x 7). Se dejó de división entre cada parcela una faja de 4 m. de ancho, en cuyo centro se sembró Eucalyptus camaldulensis. Para el trazo se utilizó cinta métrica y se clavaron las cuatro estacas correspondientes a cada parcela hasta tener las 24 parcelas debidamente trazadas y estaquilladas (Ver plano de distribución de parcelas Anexo 2).

d) Ahoyado

El ahoyado fué realizado con piocha y coba. El método utilizado fue colocar estacas a la parcela cada 2 metros en lados opuestos con orientación este-oeste, luego se colocaba la pita con sus marcas a cada 2 metros y se procedía al ahoyado; se hicieron 1,426 hoyos.

e) Siembra

La siembra se realizó el 10 de junio/82; cada persona sembró 100 plantas por jornal, sembrando primero las 6 especies del diseño y luego el Eucalyptus camaldulensis entre calles.

f) Toma de muestra de suelo para análisis físico-químico

En diferentes sitios de la parcela en donde se estableció el ensayo, se tomaron muestras de suelo que se revolvieron, para luego tomar 2 representativas del área, las cuales se empaquetaron y fueron remitidas para su análisis a los laboratorios del ICTA, (Ver Anexo 4).

3.5 Diseño estadístico

El diseño utilizado fue, Bloques completos al azar, con 4 repeticiones y 6 tratamientos, con parcelas de 196 m^2 (14 x 14 m.); cada parcela incluyó 49 plantas.

a) Modelo estadístico

El modelo aditivo lineal para el diseño utilizado es:

$$Xij = U + Ti + Bj + Eij$$

$i = 1 \ldots\ldots 6$ tratamientos

$j = 1 \ldots\ldots 4$ bloques

U = Media general
Ti = Efecto de tratamiento
Bj = Efecto de bloque
Eij = Error experimental

b) Prueba de hipótesis

Hipótesis alterna: Hl

1) Por lo menos una de las especies bajo estudio no tiene igual sobrevivencia con respecto a las demás.

2) Por lo menos una de las especies bajo estudio presenta al final del ensayo diferencias de crecimiento en altura con respecto a las demás.

3) Por lo menos una de las especies bajo estudio presenta al final del ensayo diferencias de crecimiento en diámetro, respecto a las demás.

4) El área bajo estudio carece de suficiente masa boscosa para abastecer en cuanto a la leña las necesidades del parcelamiento "La Máquina".

3.6 Metodología de la Evaluación del Ensayo

a) Sobrevivencia

La sobrevivencia se evaluó mediante conteos periódicos en el campo de los individuos vivos y se expresó como porcentaje en relación al número de árboles plantados inicialmente. (Conteos en julio, septiembre, octubre y diciembre).

b) Crecimiento en altura

Las mediciones de crecimiento en altura se realizaron utilizando una cinta métrica de 3 m., midiendo cada uno de los árboles vivos presentes al momento de la evaluación.

c) Crecimiento en diámetro basal

Las mediciones de crecimiento en diámetro se hicieron con calibrador micrométrico, midiendo el diámetro basal de cada planta viva presente al momento de la evaluación.

d) Crecimiento periódico promedio

El crecimiento expresado como el aumento de la biomasa de los cuerpos, se calculó según la fórmula presentada por Konrad, citado por Martínez (14).

$$C = Mf - Mi - I + E$$

Donde
- C = Crecimiento periódico bruto
- Mi = Masa al inicio del período
- Mf = Masa al final del período
- I = Ingresos
- E = Egresos

Esta fórmula permite calcular el crecimiento promedio.

$$CM = \frac{Mf - Mi + E}{n}$$

- CM = Crecimiento periódico promedio (diámetro o altura)
- Mf = Masa (diámetro o altura) al final del período considerado.
- Mi = Masa (diámetro o altura) al inicio del período considerado.
- E = Egresos (muertos en forma natural, expresado en diámetro o altura) durante el período considerado.
- n = Número de árboles al inicio del período.

Para todas las veces que se hizo el chequeo de campo, se siguió el mismo orden y cada hoja de control de campo fue numerada, para evitar confusiones. Los tratamientos estudiados se presentan en el cuadro 5.

Cuadro 5. Tratamientos estudiados en la parcela 505, línea B-12 Parcelamiento "La Máquina", Cuyotenango, Suchitepéquez.

CODIGO		NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN
Cv	=	Caesalpinia velutina	Aripín
Cc	=	Calliandra calothyrsus	Caliandra
Ds	=	Dalbergia sissoo	Dalbergia
Gs	=	Gliricidia sepium 1/	Madrecacao
Ll	=	Leucaena leucocephala	Yaje
Sg	=	Sesbania grandiflora	Sesbania

1/ Testigo (conocida por los agricultores como excelente leña y crece en la región en forma natural).

3.7 Metodología de Encuesta

El método de muestreo utilizado fué el simple aleatorio. Para la determinación del tamaño de la muestra se utilizó la siguiente fórmula:

$$n = \frac{NZ^2 \ /2 \ Pn \ Qn}{Nd^2 + Z^2 \ /2 \ Pn \ qn}$$

Donde: n = Tamaño de la muestra
N = Tamaño de la población
d = Precisión
pn =qn = Varianza del estimador
Z^2 /2 = Valor de la tabla de Z según el nivel de confianza

Por medio de la boleta de encuesta (Anexo 3) se obtuvieron respuestas presentadas en los resultados. Los principales aspectos evaluados a través de la encuesta fueron: Principal actividad económica, carencia de área boscosa en la parcela, uso de leña para cocinar, compra de leña, precio de la leña, tiempo que tarda en quemar una tarea de leña, cuantas personas comen de su cocina, tipo de cocina, etc.

3.8 Análisis estadístico

Las diferencias en el comportamiento de las especies se evaluaron a través de la varianza, utilizando la prueba de Tukey al nivel de 5%, para evaluar la diferencia entre medias.

4. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 Sobrevivencia

Al final de esta primera fase del ensayo, a los 6 meses de plantadas, las especies que mostraron el mayor porcentaje de sobrevivencia fueron Gliricidia sepium: (88%), Leucaena leucocephala: (86%) y Dalbergia sissoo: (82%); Caesalpinia velutina y Calliandra calothyrsus registraron 73% y 72% respectivamente. Sesbania grandiflora registró el porcentaje de sobrevivencia más bajo (7%).

En el cuadro 6 se presentan los resultados de sobrevivencia de cada especie en las cuatro fechas en que se hicieron los conteos y en la figura 3, se representa la variación de la sobrevivencia en los primeros meses de crecimiento, para cada una de las especies estudiadas.

En forma general, el análisis de varianza mostró que para la sobrevivencia, las diferencias encontradas son estadísticamente significativas (Ver anexos 6, 7, 8 y 9).

Cuadro 6. Sobrevivencia de 6 especies leguminosas forestales en cuatro épocas diferentes, en La Máquina, Suchitepéquez

Tratamientos \ Mes	% SOBREVIVENCIA			
	Julio	Septiembre	Octubre	Diciembre
C. velutina	78	75	73	73
C. calothyrsus	93	80	77	72
D. sissoo	88	84	82	82
G. sepium 1/	93	89	89	88
L. leucocephala	93	91	91	86
S. grandiflora	28	11	8	7

1/ Testigo.

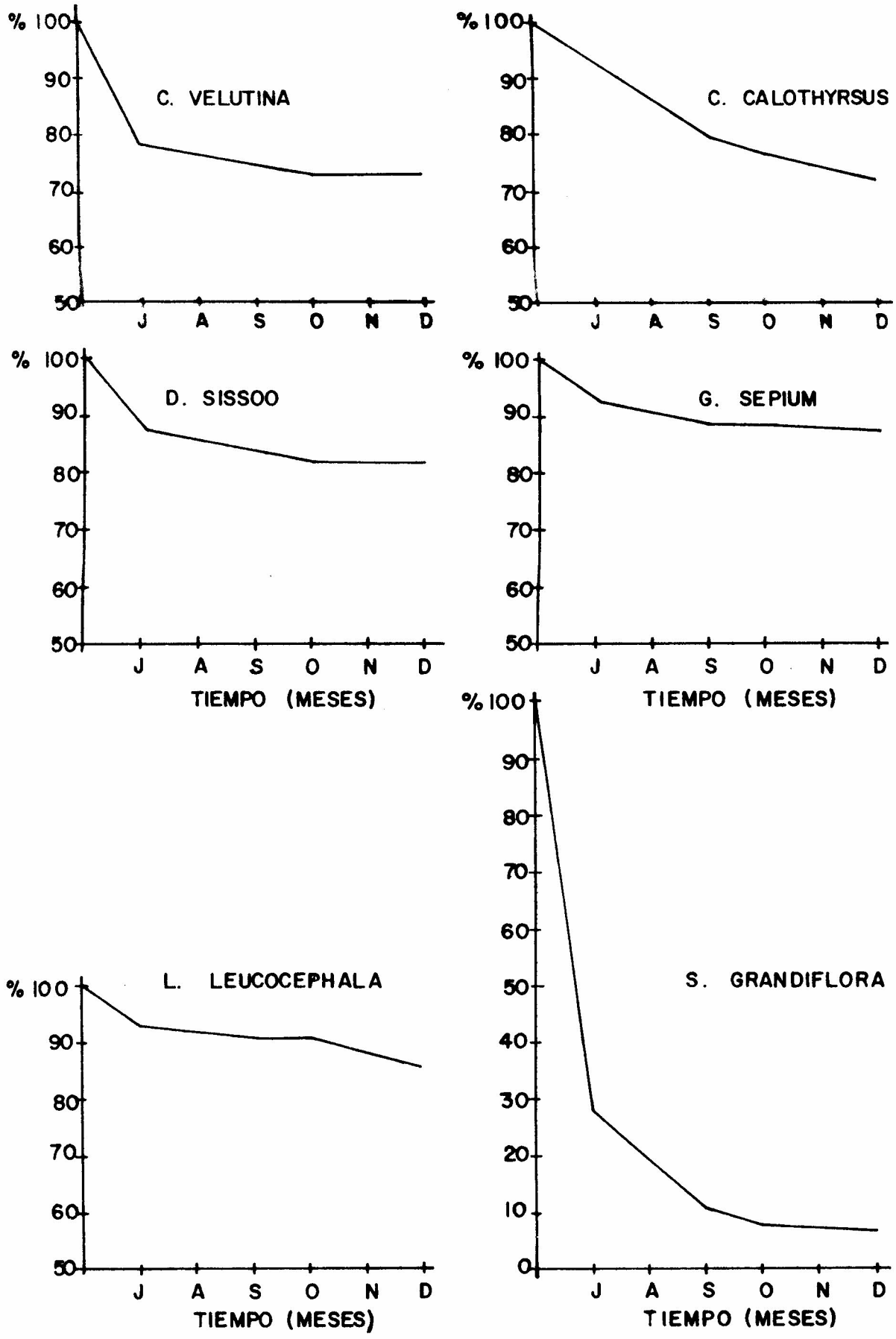


FIG. 3. % DE SOBREVIVENCIA DE 6 ESPECIES LEGUMINOSAS FORESTALES.

4.2 Crecimiento en altura

En lo que respecta a crecimiento absoluto en altura en todas las épocas los tratamientos presentaron diferencias significativas al nivel de 95% de probabilidad, (ver anexos 10, 11 y 12).

Los mejores promedios en crecimiento absoluto los tienen los tratamientos Ll, Cc y Gs con 24.4, 14.8 dm. respectivamente. Sesbania grandiflora aunque presentó buen crecimiento inicial, su sobrevivencia es muy baja (7%). En el cuadro 7 se presentan los resultados del crecimiento absoluto en altura para los individuos sobrevivientes y la figura 4 presenta las curvas de crecimiento de las seis especies.

Cuadro 7. Resultados del crecimiento absoluto en altura de seis especies leguminosas forestales, en 3 épocas diferentes, en La Máquina, Suchitepéquez.

Tratamientos	Crecimiento absoluto en altura en dm.		
	Julio	Septiembre	Diciembre
C. velutina	2.6	6.0	8.6
C. calothyrsus	3.2	6.2	14.9
D. sissoo	4.1	7.1	12.7
G. sepium 1/	5.6	9.1	14.8
L. leucocephala	7.1	12.8	24.4
S. grandiflora	6.1	9.1	10.4

1/ Testigo.

4.3 Incremento promedio en altura

Para este análisis se tomaron los datos iniciales de altura del mes de julio y como datos finales los de diciembre y se aplicó la fórmula modificada de Konrad, los resultados se presentan en el cuadro 8.

Se hizo un análisis de varianza que mostró la existencia de diferencias significativas al 95% tanto para el efecto de tratamientos como para el efecto de bloques (Anexo 13). Se aplicó una prueba de Tukey, (anexo 14), para determinar las diferencias entre promedios de los tratamientos, la cual mostró que no hubo diferencias significativas en los incrementos presentados por Ll y Cc, aunque Ll fué significativamente superior a los demás tratamientos.

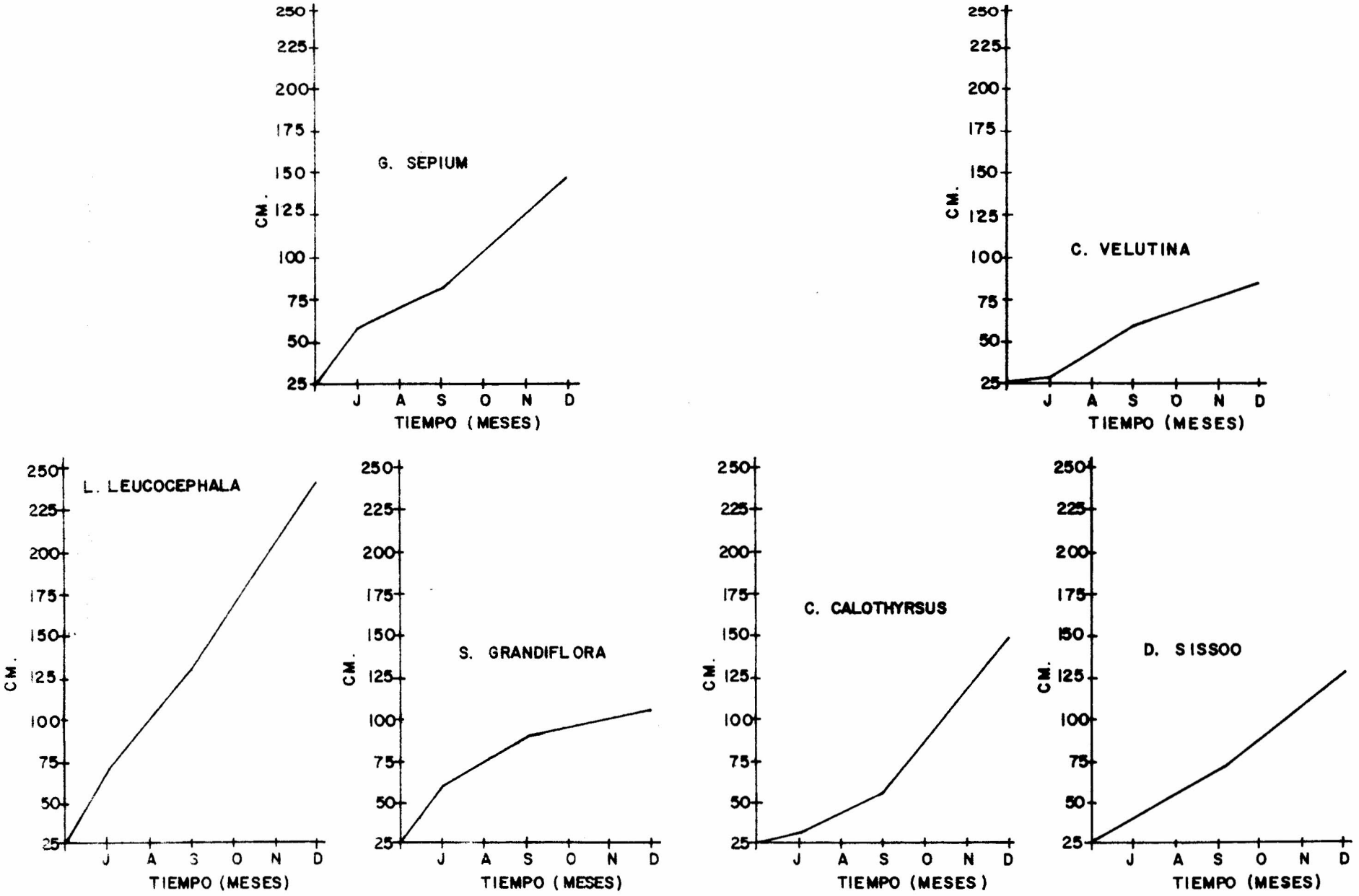


FIG. 4. CRECIMIENTO DE 6 ESPECIES LEGUMINOSAS FORESTALES EN "LA MAQUINA" (ASUMIENDO ALTURA INICIAL DE 25 CMS.)

Cuadro 8. Incrementos promedios en altura de 6 leguminosas forestales en La Máquina

Código	Tratamiento	Promedio en altura (dm.)
Sg	Sesbania grandilfora	1.8 c *
Cv	Caesalpinia velutina	7.2 bc
Ds	Dalbergia sissoo	7.4 bc
Gs 1/	Gliricidia sepium	8.8 b
Cc	Calliandra calothyrsus	9.1 ab
Ll	Leucaena leucocephala	16.0 a

* Letras diferentes indican diferencias significativas.

1/ Testigo.

4.4 Crecimiento absoluto en diámetro

Las mediciones del diámetro basal se tomaron en dos oportunidades, octubre y diciembre de 1982; en ambas mediciones el análisis de varianza mostró la existencia de diferencias significativas entre los tratamientos, al 95% de probabilidad, (anexos 15 y 16).

Como se observa en el cuadro 9 las especies presentaron el mayor crecimiento absoluto en diámetro fueron Leucaena leucocephala y Gliricidia sepium con 27 y 26 mm. respectivamente, los resultados se presentan en el cuadro 9.

Cuadro 9. Resultados de crecimiento absoluto en diámetro, en 2 épocas diferentes, de 6 especies leguminosas forestales.

Tratamientos	Crecimiento absoluto en diámetro (mm)	
	Octubre	Diciembre
Caesalpinia velutina	9.6	14.8
Calliandra calothyrsus	11.4	18.7
Dalbergia sissoo	9.0	15.1
Gliricidia sepium 1/	16.7	25.5
Leucaena leucocephala	17.8	27.3
Sesbania grandiflora	12.5	15.0

1/ Testigo.

4.5 Incremento promedio en diámetro

Tomando como datos iniciales de diámetro basal las mediciones del mes de octubre y como datos finales las mediciones del mes de diciembre, aplicando la fórmula modificada de Konrad, se obtuvieron los incrementos promedios en diámetro; con estos datos se hizo el análisis de varianza, (anexo 17), el cual no mostró la existencia de diferencias significativas al 95%; los resultados de la prueba de Tukey (anexo 18) indican la no existencia de significación entre medias; el Cuadro 10 presenta los resultados obtenidos.

Cuadro 10. Incremento promedio en diámetro de 6 leguminosas forestales en La Máquina.

Código	Tratamiento	Promedio en diámetro (mm.)
Sg	Sesbania grandilfora	4.9 a *
Cv	Caesalpinia velutina	5.4 a
Ds	Dalbergia sissoo	6.1 a
Cc	Calliandra calothyrsus	6.9 a
Ll	Leucaena leucocephala	8.1 a
Gs	Gliricidia sepium	8.7 a

* Letras diferentes indican diferencias significativas.

4.6 La Encuesta

Para conocer la opinión de los parcelarios sobre el uso de la leña se realizó una encuesta (ver formulario en el anexo 3), donde el marco muestral lo constituyó una población de 1,000 parcelas cercanas al vivero establecido en la parcela 356 de la línea B-4; dichas parcelas tienen un área promedio de 28 manzanas (19.6 há.), unas pocas de 64 manzanas (45 ha.) y en las áreas de reserva (márgenes de los ríos) pequeñas parcelas.

4.6.1 Tamaño de muestra:

Aplicando la fórmula indicada en el numeral 3.7,

Para N = 1 000 parcelas

Z = 1.96 (95%)

p = q = 0.5

d = 10%

Se obtuvo un valor de n = 91

Por consiguiente el número de encuestas a realizar fue de 91, aunque se pasaron 103 boletas. El parcelamiento "La Máquina está dividido en 3 sectores A, B y C, de los cuales A y B pertenecen al Municipio de Cuyotenango, Suchitepéquez y el sector C, pertenece al Municipio de San Andrés Villa Seca, Retalhuleu; la distribución de boletas fué: Sector A y B 55 boletas, Sector C 48 boletas, distribuídas al azar.

4.6.2 Actividad económica

Las principales actividades económicas a las que se dedican la mayoría de las parcelas son: agricultura 70%, agricultura y ganadería 27% y solo ganadería 3%; el cuadro 11 presenta en detalle las actividades económicas, por sector.

Cuadro 11. Principales actividades económicas en el Parcelamiento La Máquina.

Actividad	Sector A y B		Sector C		TOTAL	
	Número Parcela	%	Número Parcela	%	Número Parcela	%
Agricultura	36	65	36	75	72	70
Ganadería	2	4	1	2	3	3
Agricultura y ganadería	17	31	11	23	28	27
T O T A L	55	100	48	100	103	100

4.6.3 Cultivos

En el parcelamiento se efectúan generalmente dos siembras al año, donde participan la mayoría de los parcelarios (90%); el cuadro 12 presenta las principales actividades agrícolas por época de siembra.

Cuadro 12. Actividades agrícolas por época de siembra.

	Sector A y B.		Sector C		TOTAL	
	Número Parcela	%	Número Parcela	%	Número Parcela	%
Primera siembra (maíz y/o arroz)	53	96	40	83	93	90
Segunda siembra (Ajonjolí, maíz, frijol, maní, tomate, sandía, melón, chile).	53	96	39	81	92	90

4.6.4 Bosques

Las parcelas por lo general no tienen área boscosa, sin embargo algunas de ellas presentan pequeñas áreas de reserva. El cuadro 13 presenta la distribución de los pequeños bosques en las parcelas.

Cuadro 13. Parcelas con área de bosque 1/

Area (há.)	Sector A y B.		Sector C		TOTAL	
	Número Parcela	%	Número Parcela	%	Número Parcela	%
0.35 a 2.0	26	47	21	44	47	46
2.1 a 3.0	8	15	-	-	8	7
3.1 a 7.0	-	-	1	2	1	1
Sin bosque	21	38	26	54	47	46
TOTAL	55	100	48	100	103	100

1/ Ver listado de especies en Anexo 5.

4.6.5 Cercos Vivos

Los cercos vivos constituyen una forma de protección y permiten, en algunos casos, obtener leña. El Cuadro 14 presenta las especies y la frecuencia de cercos vivos.

Cuadro 14. Presencia y especies en cercos vivos en la parcela

Clase de cerco	Sector A y B		Sector C.		TOTAL	
	Número Parcela	%	Número Parcela	%	Número Parcela	%
Piñón (Jatropha curcas)	52	95	40	83	92	90
Arboles *	3	5	8	17	11	10
Total	55	100	48	100	103	100

* Ver listado anexo 5.

4.6.6 Uso de leña y formas de obtención

La encuesta permitió establecer que todos los parcelarios hacen uso de leña para la cocción de los alimentos. El cuadro 15 presenta las formas de obtención de la leña.

Cuadro 15. Formas de obtención de la leña

Cómo obtiene la leña	Sector A y B[1/]		Sector C.		TOTAL	
	Número Parcela	%	Numero Parcela	%	Número Parcela	%
La corta en su parcela	39	71	14	29	53	51
La corta en el área de reserva	1	2	-	-	1	1
Compra	9	16	32	67	41	40
Otro[2/]	5	9	2	4	7	7
Total	54	98	48	100	102	99

1/ En los sectores A y B aparecen un total de 54 parcelas pues en una de estas parcelas no había personas que suministraran la información en el momento de pasar la encuesta.

2/ Cuando compra una parte y corta en su parcela para completar.

4.6.7 Tiempo para obtención de leña semanal

Cuando la leña se obtiene directamente, el tiempo que se utiliza en conseguirla, en términos de energía, representa un costo que no se cuantifica por parte de los usuarios. El cuadro 16 presenta la proporción de respuestas obtenidas.

Cuadro 16. Tiempo en conseguir la leña

Días utilizados para conseguir la provisión semanal	Tiempo* %	Sector A y B Número Parcela	%	Sector C. Número Parcela	%	TOTAL Número Parcela	%
0.5	7	21	52	5	32	26	46
1	14	14	35	8	50	22	40
2	28	3	8	1	6	4	7
No contesta		2	5	2	12	4	7
Total		40	100	16	100	56	100

* Tiempo total semanal

4.6.8 Precio de leña

Para las personas que compran leña, el precio de ésta incide directamente en la economía doméstica. El cuadro 17 presenta las respuestas obtenidas en cuanto a precios de leña (por tarea) 1/

Cuadro 17. Precio de compra de leña

Q.* por tarea 1/ de Leña	Sector A y B Número parcela	%	Sector C. Número parcela	%	TOTAL Número parcela	%
8.00	4	29	2	6	6	13
10.00	3	21	14	41	17	35
12.00	5	36	11	32	16	33
13.00 - 15.00	2	14	7	21	9	19
Total	14	100	34	100	48	100

Q. 1.00 = US $ 1.00 (cambio oficial)

1/ Una tarea de leña es, según INAFOR aproximadamente 1.28 m^3

Los porcentajes mayores en cuanto a precios de leña son 35% y 33% que correspnden a valores de Q.10.00 y Q.12.00 respectivamente, lo cual indicaría que este combustible ya no es fácil conseguirlo; por otro lado las especies que compra no son todas las mejores en cuanto a producción de energía como por ejemplo: Palo de hule, Ceiba, Campanillo, Pata de mula, etc. (ver nombres técnicos en anexo 5).

Los entrevistados indicaron también que las especies que prefieren son: Ujuxte, Caulote, madrón, laurel, paraíso, cushin, caspirol, guaje, pata de mula (Nombres técnicos anexo 5); adujeron como razones por lo que las prefieren: Hacen buena brasa, rajan bien, hacen buena llama.

4.6.9. Tamaño de la familia

En las parcelas viven en algunos casos hasta 4 familias, pero no todos comen de la misma cocina y en otro de los casos los dueños de las parcelas contratan trabajadores temporales en la época de mayor actividad agrícola, por lo que al preguntar sobre el número de personas que comen de la misma cocina se obtuvieron los datos que nos muestra el cuadro 18.

Cuadro 18. Personas que comen de una misma cocina

Número de personas que comen de su cocina	Sector A. y B		Sector C.		TOTAL	
	Número Parcela	%	Número Parcela	%	Número Parcela	%
1 - 4	11	20	8	17	19	19
5 - 8	24	45	25	52	49	48
9 - 12	12	22	13	27	25	24
13 ó más	7	13	2	4	9	9
Total	54	100	48	100	102	100

4.6.10 Tipo de cocina

El tipo de cocina más utilizado en el parcelamiento "La Máquina" es el poyo llamado poyetón en esta localidad, el cual en algunos casos está hecho de base de block de cemento, con arcilla forrada de madera, o puede ser con adobe en la base y arcilla forrada de madera. El cuadro 19 muestra el tipo de cocina utilizado.

Cuadro 19. Tipo de cocina

Tipo de cocina	Sector A y B		Sector C.		TOTAL	
	Número Parcela	%	Número Parcela	%	Número Parcela	%
Poyo o poyetón	49	91	38	79	87	85
Fuego abierto	-	-	-	-	-	-
Poyo-Estufa gas propano	-	-	4	8	4	4
Otro	5	9	6	13	11	11
Total	54	100	48	100	102	100

4.6.11 Tiempo de quemado de una tarea de leña

El tiempo utilizado para quemar una tarea de leña en la cocina está directamente relacionado con el tamaño de la familia o número de personas que comen de la misma cocina, el clima, tipo de alimentos cocinados y tipo de cocina. El cuadro 20 presenta las respuestas del tiempo que tarda una tarea de leña en ser quemada.

Cuadro 20. Tiempo utilizado en quemar una tarea de leña

Tiempo en meses	Sector A y B.		Sector C.		TOTAL	
	Número Parcela	%	Número Parcela	%	Número Parcela	%
1	9	17	12	25	21	21
1.5	7	13	17	35	24	23
2	1	2	8	17	9	9
No sabe	37	68	11	23	48	47
Total	54	100	48	100	102	100

La cocina tradicional es poyetón (85%), donde familias de 5 - 8 personas (48%) gastan 1 a 1.5 meses para quemar una tarea de leña (44% de los casos). Con una densidad seca al aire de 0.45 ton./m^3 y un volumen de 1.28 m^3 por tarea (según INAFOR), tendriamos que el consumo promedio anual para familias con 5 - 8 miembros está comprendido entre 4,608 kg. y 6,912 kg.; en consecuencia el consumo anual per cápita es aproximadamente de 886 kg./per./año lo que es 1.96 m^3/persona/año, lo que es igual a 1.5 tareas/persona/año.

4.6.12 Consumo anual

La compra de leña para el consumo anual por familia permitiría calcular las necesidades totales de leña para el parcelamiento. El cuadro 21 presenta la cantidad de leña que compran algunas familias para su consumo anual.

Cuadro 21. Cuántas tareas compra al año

Número de tareas	Sector A y B.		Sector C.		TOTAL	
	Número Parcela	%	Número Parcela	%	Número Parcela	%
1 - 4	-	-	1	3	1	2
5 - 8	6	46	8	24	14	30
9 - 12	6	46	14	41	20	43
13 - 20	1	8	11	32	12	25
Total	13	100	34	100	47	100

4.6.13 Tiempo que tienen de comprar leña

Esta pregunta permitiría saber si el problema de consecución de leña es reciente o tiene varios años de existir. El cuadro 22 presenta las respuestas obtenidas.

Cuadro 22. Tiempo que tiene de comprar leña

Tiempo / años	Sector A y B. Número Parcela	%	Sector C. Número Parcela	%	TOTAL Número Parcela	%
1	1	7	-	-	1	2
2	-	-	2	6	2	4
3	4	29	3	9	7	15
5 o más	9	64	28	85	37	79
Total	14	100	33	100	47	100

Cada año que pasa el número de personas que viven en el parcelamiento aumenta y las parcelas se dividen y como resultado de ésto, las pequeñas masas de árboles existentes van desapareciendo y la tendencia de las personas es comprar leña.

4.6.14 Le gustaría sembrar árboles

Tomando en cuenta que un buen número de parcelarios compran leña y no tienen área de bosque, que les permita obtener leña para su consumo, se preguntó si deseaban sembrar árboles, las respuestas se presentan en el cuadro 23.

Cuadro 23. Le gustaría sembrar árboles

Respuesta	Sector A y B Número Parcela	%	Sector C Número Parcela	%	TOTAL Número Parcela	%
Si	36	67	41	85	77	75
No	17	31	7	15	24	24
No sabe	1	2	-	-	1	1
Total	54	100	48	100	102	100

Cuando la respuesta fué sí, la mayoría de personas desean sembrar en los cercos o áreas marginales de las parcelas (áreas sujetas a inundación, o suelos degradados por erosión); cuando la respuesta fué no, la mayoría no quiere sembrar porque tienen una pequeña área de bosque.

4.6.15 Tipo de vivienda

El tipo de vivienda es un índice del desarrollo socioeconómico de cada parcelario, el cuadro 24 presenta los tipos de vivienda más comunes en el parcelamiento.

Cuadro 24. Tipo de vivienda

Tipo de vivienda	Sector A y B.		Sector C.		TOTAL	
	Número Parcela	%	Número Parcela	%	Número Parcela	%
Casa hecha por el Banco	26	48	24	50	50	49
Rancho	17	32	3	6	20	20
Otra	11	20	21	44	32	31
Total	54	100	48	100	102	100

Las casas hechas por el Banco consisten en paredes de block o concreto y techo de tejalita (asbesto-cemento); rancho, hecho de madera rústica y techo de palma; otra, en su mayoría de block, con techo de lámina de zinc.

4.6.16 Número de personas que viven en la parcela

Regularmente en las parcelas, no vive una sola familia, por lo que interesaba saber el número de personas que en ella viven. El cuadro 25 presenta las diferentes cantidades de personas que habitan las parcelas.

Cuadro 25. Número de personas que viven en la parcela

Número de personas	Sector A. y B		Sector C.		TOTAL	
	Número Parcela	%	Número Parcela	%	Número Parcela	%
1 - 5	10	19	14	29	24	24
6 - 10	24	44	27	56	51	50
11 - 15	13	24	5	11	18	18
16 ó más	7	13	2	4	9	8
Total	54	100	48	100	102	100

5. DISCUSION GENERAL

1. La especie Leucaena leucocephala presentó el mayor incremento promedio en altura y en diámetro absoluto, le siguió Gliricidia sepium aunque sin diferenciassignificativas estadísticamente. Esto talvez indica: una mayor adaptación a la zona, a suelos con baja fertilidad y resistencia a la sequía, en las etapas iniciales de desarrollo.

2. En cuanto al crecimiento promedio en diámetro basal no se presentaron diferencias significativas, estadísticamente, entre las especies probadas, aunque nuevamente Leucaena y Gliricidia presentaron los mayores promedios.

3. Sesbania grandiflora presentó baja sobrevivencia (menor 10%); aunque fué inoculada con el Rhizobium específico y produjo nódulos, no se determinó si estaban activos o no; en contraste las demás leguminosas no fueron inoculadas. La baja sobrevivencia podría deberse al prolongado período de sequía a que se vió sometida en la fase de establecimiento.

4. La encuesta estableció la carencia de áreas boscosas de reserva en las parcelas así como la existencia de pocos árboles maderables (para leña y otros usos) en los cercos vivos de las parcelas; por tanto los parcelarios están sometidos a una carencia continua de madera para leña, viéndose obligados a comprarla a vendedores o intermediarios.

5. De acuerdo a la encuesta hay dos formas principales de obtención de leña en el parcelamiento: Recolección directa en su propia parcela o en las margenes de los rios Ican y Sis, necesitando entre 0.5 a 2 días de trabajo para obtener la leña para una semana; compra a vendedores ocasionales con precios que oscilan entre Q.8.00 y Q.18.00/tarea (esto último en lasépocas de lluvias); la compra podría representar un costo total de entre Q.12.00 a Q.27.00 por persona/año para consumidores de leña.

6. El consumo total anual de leña por familia es función directa del tamaño de la familia, tipo de cocina y tiempo de cocción de los alimentos. En promedio el consumo per cápita es de 1.96 m^3/año, elevado si se compara con los promedios de otros lugares del mundo con carencia de leña, pero similar a los consumos hallados por otros investigadores en otros lugares de Guatemala.

6. CONCLUSIONES

1. Sesbania grandiflora mostró ser una especie no apta para las condicones del lugar y las del experimento.

2. Las especies mejor adaptadas inicialmente fueron, en su orden: L. leucocephala, G. sepium, D. sissoo y C. velutina.

3. G. sepium compite con L. leucocephala en su desarrollo inicial presentando además numerosos ejes por planta, lo cual la hace deseable para la producción de leña y atractiva para las condiciones del lugar.

4. Los parcelarios utilizan leña en un 100%, el 47% la compran; actualmente es crítico el abastecimiento de leña, se puede esperar que el problema se agrave en los próximos años.

7. BIBLIOGRAFIA

1. AGENCY FOR INTERNACIONAL DEVELOPMENT ROCAP Project paper: Fuelwood alternative energy source. Washington D.C. Departament of State, 1980. 120 p.

2. AGUILAR CUMES, J.M. Catálogo de árboles de Guatemala. Guatemala, Editorial Universitaria, 1982. 248 p. (Primera parte).

3. _____. Código oficial para las especies arbóreas de Guatemala. Guatemala, INTECAP-INAFOR, 1980. 105 p.

4. AGUILAR GIRON, J.I. Relación de unos aspectos de la flora útil de Guatemala, 2da. ed. Guatemala, Tipografía Nacional, 1966. 383 p.

5. ARNOLD, J.E.M. La madera fuente de energía y las comunidades rurales. In Congreso Forestal Mundial, 8o.., Jakarta, 1978. 37 p.

6. BAUER, J. Especies con potencial para la reforestación en Honduras; resúmenes. Tegucigalpa, COHDEFOR, 1982. 42 p.

7. CALZADA B., J. Métodos estadísticos para la investigación. 3a. ed. Lima, Jurídica, 1970. 643 p.

8. CRUZ, J.R. DE LA Clasificación de zonas de vida de Guatemala; basado en el sistema Holdridge. Guatemala, INAFOR, 1976. 24 p.

9. GUATEMALA. INSTITUTO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA AGRICOLAS. Precipitación pluvial, La Máquina, 1980. Guatemala, 1980 s.n.t.

10. LITTLE, E.L., WADSWORTH, F.H., MARRERO, J. Arboles comunes de Puerto Rico y las Islas Vírgenes. Puerto Rico, Universidad de Puerto Rico, 1967. Pp 277-298.

11. MARTINEZ H, H. Evaluación de ensayos de especies forestales en Costa Rica. Tésis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, UCR-CATIE, 1981. 200 p.

12 MARTINEZ H., H.A. Estudio sobre leña en hogares, pequeña industria y distribuidores de Guatemala. Turrialba, Costa Rica. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Serie Técnica. Informe Técnico No. 27. 1982. 64 p.

13. _____. Consideraciones para el establecimiento de plantaciones para producción de leña en Guatemala, In Curso sobre Metodologías de Investigación y Técnicas de Producción de leña. Amatitlán, Guatemala, 1982. Editado por H.A. Martínez H. Guatemala, CATIE-INAFOR, 1982. pp 93-104.

14. _____. Producción de un bosque secundario sometido a diferentes intensidades de raleo en Turrialba, Costa Rica. Tésis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, UCR-CATIE, 1979. 101 p.

15. _____. y ZANOTTI, J.R. Informe anual Proyecto Leña. Guatemala, INAFOR-CATIE, 1982. pp 21-22.

16. NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES. Firewood crops; shrub and tree species for energy production. Washington D.C., 1980. 237 p.

17. _____. Tropical legumes; resources for the future. Washington D.C., 1979. 331 p.

18. SIMMONS, CH., S., TARANO T., J=M., y PINTO Z., J.H. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la república de Guatemala. Guatemala, José de Pineda Ibarra, 1959. 1000 p.

19. STANDLEY, P.C. y STEYERMARK, J.A. Fieldiana; Botany 24 (5): 103-104. 1946.

Centro de Documentación e Información Agrícola
FACULTAD DE AGRONOMIA

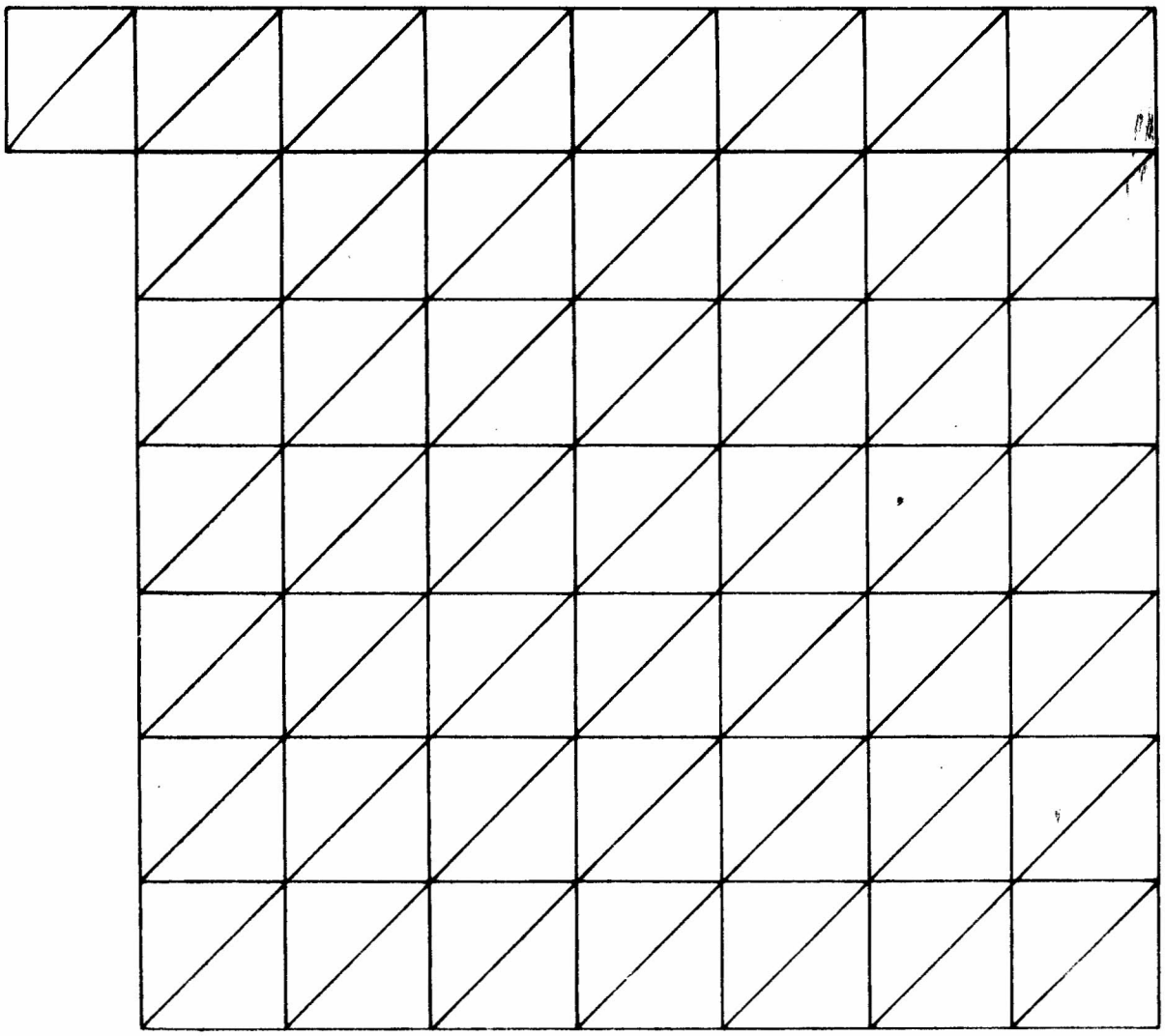
ANEXO I

ENSAYO DE 6 ESPECIES LEGUMINOSAS FORESTALES PARA PRODUCCION DE LEÑA

FORMULARIO DE REGISTROS DE CAMPO

LOCALIDAD _____ FECHA _____

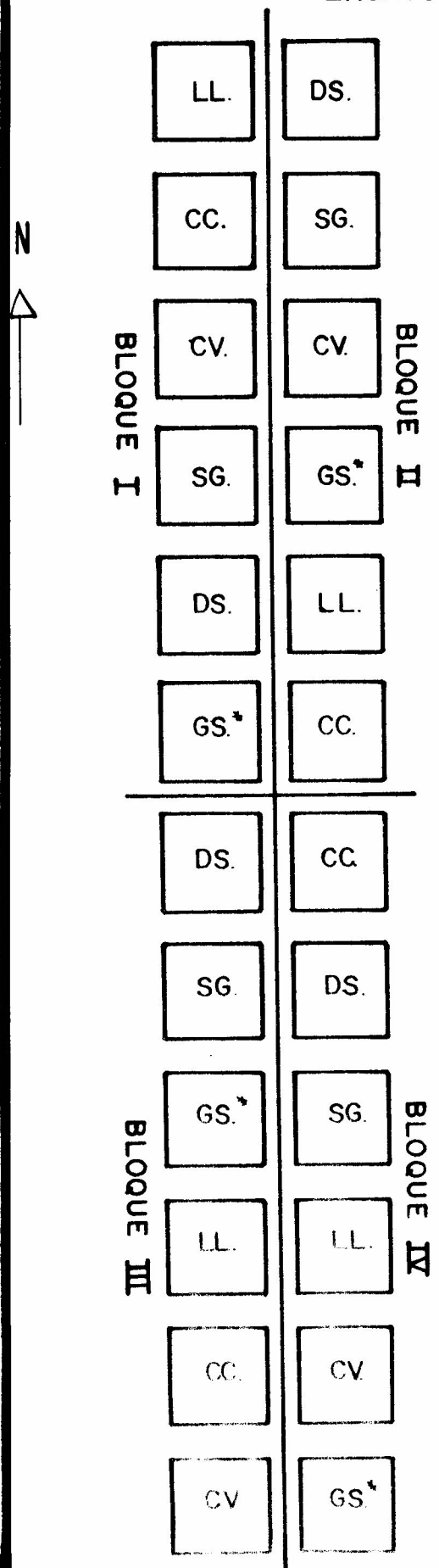
ESPECIE _____



OBSERVACIONES _____

ANEXO No. 2

DISTRIBUCION DE PARCELAS DEL ENSAYO DE SEIS LEGUMINOSAS



ESPECIES

CODIGO	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN
CV. –	CAESALPINIA VELUTINA	– ARIPIN
CC. –	CALLIANDRA CALOTHYRSUS	– CALLIANDRA
DS. –	DALBERGIA SISSOO	– DALBERGIA
GS.* –	GLIRICIDIA SEPIUM	– MADRE CACAO
LL. –	LEUCAENA LEUCOCEPHALA	– YAJE
SG. –	SESBANIA GRANDIFLORA	– SESBANIA

* TESTIGO

ANEXO 3

ENCUESTA PARCELAMIENTO "LA MAQUINA"

Lugar y fecha _____ FORMULARIO No.____

Nombre del encuestador _____

Departamento _____ Municipio _____

Línea _____ Parcela No. _____

Principal actividad económica:

Agricultura _____

Agricultura y Ganadería _____

Otros (especificar) _____

_____

Area total (Mz.): Agricultura _____ Ganadería _____ Otros _____

Primera siembra (o de fuego)

Maíz _____

Arroz _____

Otros (especificar) _____

Segunda siembra

Maíz _____

Arroz _____

Otros (especificar) _____

Tiene bosque ? (SI) _____ (NO) _____

Qué área ? _____

Qué especies ? _____

Tiene cercada la parcela (SI) _____ (NO) _____

Con qué ? Piñón _____ o árboles _____

Si tiene árboles, qué especies _____

Cómo obtiene la leña ? _____

La corta en su parcela_____ la corta en las áreas de reserva (orilla de río) _____

La compra _____ otro _____

Si la corta cuánto emplea para conseguir la leña semanal _____

Si la compra, a cómo la compra ?

Tarea Q. _____ Carga Q._____ Tercio Q. _____

Para cuánto tiempo le alcanza ? _____

ANEXO 3 (Continuación)

Cúanto compra al año ? _____

Cuántos años tiene de estar comprando _____

Qué especies compra ? _____

_____

Cuál le gusta más ? _____

Porqué le gusta ? _____

_____

Le gustaría sembrar un bosque para obtener su leña ? SI _____ NO _____

Le gustaría sembrar árboles que pueden mezclarse con sus cultivos, producsen leña y además forraje (pasto) _____

Si la respuesta es NO en alguna de las preguntas anteriores, porque ? _____

_____

Tipo de vivienda

Rancho _____ Casa hecha por el Banco _____

Otra (especificar) _____

Familia:

Cuántas personas viven en el parcela _____

Cuántas personas comen de su cocina _____

Tipo de cocina:

Poyo _____ Fuego abierto _____ Otro (especificar) _____

_____

_____

OBSERVACIONES _____

_____

_____

ANEXO 4

ANALISIS DE 4 MUESTRAS DE SUELO, DE LA PARCELA 505 LINEA B-12, PARCELAMIENTO "LA MAQUINA".

Muestra No.	Laboratorio	pH	Microgrm /ml.		meq./100 gr. de suelo	
			P	K	Ca	Mg
1	0291	6.8	23.33	215	14.97	1.48
2	0292	7.0	30.42	403	17.70	3.42
3	0357	6.6	34.50	490	13.93	3.33
4	0369	6.6	37.92	600	16.32	4.02

Análisis realizado por : Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola, disciplina de Manejo de Suelos. 7a. av. 3-67 Zona 13, La Aurora.

ANEXO 5

ESPECIES QUE SE ENCUENTRAN EN LOS PEQUEÑOS BOSQUES DE LAS PARCELAS, ENCUESTADAS EN EL PARCELAMIENTO "LA MAQUINA", SUCHITEPEQUEZ.

NOMBRE COMUN	NOMBRE TECNICO
Caspirol	Inga laurina
Castaño	Sterculia apetala
Caulote	Guazuma ulmifolia
Cenícero	Samanea saman
Chaperno	Lonchocarpus sp.
Chichique	Aspidosperma megalocarpum
Chichipate	Sweetia panamensis
Conacaste	Enterolobium ciclocarpum
Guachipilín	Diphysa robinoides
Guayacán	Guaicum sanctum
Hormigo	Platymiscium dimorphandrum
Hule	Castilloa elástica
Irayol	Genipa americana
Jobo	Spondias mombin
Laurel	Cordia alliodora
Llora sangre	Swartzia guatemalensis
Madre cacao	Gliricidia sepium
Madrón	Calicophylum candidisimun
Matilisguate	Tabebuia pentaphylla
Palo blanco	Rosadendron Donnell-smith
Palo jiote	Bursera simarouba
Pata de mula	Albizia caribaea
Tapalcuite	Sickingia salvadorensis
Volador	Terminalia oblonga

ANEXO 6

ANALISIS DE VARIANZA PARA LA SOBREVIVENCIA DE 6 ESPECIES LEGUMINOSAS FORESTALES.

Sobrevivencia % -Mes de Julio-

No. Bloque	Ll	Gs	Cc	Cv	Sg	Ds	Total Bloques	Promedio Bloques
I	84	92	92	60	36	80	444	74
II	96	92	88	84	24	88	472	78.7
III	92	96	96	88	36	88	496	82.7
IV	100	92	96	80	16	96	480	80
Total Tra.	372	372	372	312	112	350	1 892	78.8
Prom.Tra.	93	93	93	78	28	88		78.8

Ll = L. leucocephala, Gs = G. sepium, Cc= C. calothyrsus, Cv = C. velutina, sg = S. grandiflora, Ds = D. sissoo.

Fuentes de Variabilidad	G.L	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	"F" Calculada
Bloques	3	236.66	78.88	1.41 N. S.
Tratamientos	5	13 083.33	2 616.66	46.76 *
Error	15	839.34	55.95	
TOTAL	23	14 159.33		

N.S. = No significativo.

* = Significancia al 95% de probabilidad.

ANEXO 7

Sobrevivencia % - Mes de septiembre -

No. Bloque	Ll	Gs	Cc	Cv	Sg	Ds	Total Bloques	Promedio Bloques
I	76	88	84	60	8	72	388	64.7
II	96	92	72	76	8	88	432	72
III	92	88	80	88	16	84	448	74.7
IV	100	88	84	76	12	92	452	75
Total trat.	364	365	320	300	44	336	1 720	71.6
Prom. trat.	91	89	80	75	11	84		71.6

Fuentes de Variabilidad	G.L	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	"F" Calculada
Bloques	3	429.33	143.11	3.18 N.S
Tratamientos	5	18 349.33	3669.87	81.59 *
Error	15	674.67	44.98	
Total	23	19 453.33		

N.S. = No significativo.

* = Significancia al 95% de probabilidad.

ANEXO 8

Sobrevivencia % -Mes de Octubre -

No. Bloque	Ll	Gs	Cc	Cv	Sg	Ds	Total Bloques	Total Promedios
I	76	88	80	56	8	72	380	63.3
II	96	92	72	76	8	84	428	71.3
III	92	88	72	84	12	80	428	71.3
IV	100	88	84	76	4	92	444	74
Total Trat.	364	356	308	292	32	328	1 680	70
Prom.Trat.	91	89	77	73	8	82		70

Fuentes de Variabilidad	G.L	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	"F" Calculada
Bloques	3	384	128	2.61 N.S.
Tratamientos	5	19 392	3 878.4	79.05 *
Error	15	736	49.06	
Total	23	20 512		

N.S. = No significativo.

* = Significancia al 95% de probabilidad.

ANEXO 9

Sobrevivencia % -Mes de Diciembre-

No. Bloques	Ll	Gs	Cc	Cv	Sg	Ds	Total Bloques	Total Promedios
I	64	88	68	56	8	72	356	59.33
II	88	88	72	76	8	84	416	69.33
III	92	88	68	84	12	80	424	79.67
IV	100	88	80	76	0	92	436	72.67
Total Trat.	344	352	288	292	28	328	1 632	68
Prom. Trat.	86	88	72	73	7	82		68

Fuentes de Variabilidad	G.L	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	"F" Calculada
Bloques	3	634.67	211.56	3.55 N.S
Tratamientos	5	18 720.00	3 744.00	62.87 *
Error	15	893.33	59.55	
Total	23	20 256.00		

N.S. = No significativo.

* = Significancia al 95% de probabilidad.

ANEXO 10

ANALISIS DE VARIANZA SOBRE CRECIMIENTO EN ALTURA DE 6 ESPECIES LEGUMINOSAS FORESTALES.

Crecimiento en altura (cm.) -Mes de Julio-

No. Bloques	Ll	Gs	Cc	Cv	Sg	Ds	Total Bloques	Promedio Bloques
I	57.05	51.09	29.78	27.00	50.11	45.85	260.88	43.48
II	69.71	55.30	33.05	19.52	49.00	47.64	274.22	45.70
III	77.78	55.88	31.13	29.14	66.66	18.71	279.30	46.55
IV	80.32	63.65	32.29	29.65	78.75	49.96	334.62	55.77
Total Trat.	284.86	225.92	126.25	105.31	244.52	162.16	1 149.02	47.86
Prom.Trat.	71.22	56.48	31.56	26.33	61.13	40.54		47.86

Fuentes de Variabilidad	G.L.	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	"F" Calculada
Bloques	3	528.71	176.24	2.21 N.S
Tratamientos	5	6 329.01	1 265.80	15.91 *
Error	15	1 193.53	79.57	
Total	23	8 051.25		

N.S. = No significativo.

* = Significancia al 95% de probabilidad.

ANEXO 11

Crecimiento en altura (cm.) -mes de Septiembre-

No. Bloque	Ll	Gs	Cc	Cv	Sg	Ds	Total Bloques	Total Promed.
I	93.05	84.00	39.14	89.00	89.00	64.44	458.63	76.44
II	137.04	82.74	78.61	43.68	101.50	64.95	508.52	84.75
III	122.17	62.77	50.40	50.00	78.50	75.81	439.65	73.28
Iv	161.63	93.59	78.48	58.79	93.00	80.00	565.49	94.25
Total Trat.	513.89	323.10	246.63	241.47	362.00	285.20	1 972.29	82.18
Prom.Trat.	128.47	80.78	61.66	60.37	90.50	71.30		82.18

Fuente de Variabilidad	G.L	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	"F" Calculada
Bloques	3	1 587.19	529.06	1.87 N.S.
Tratamientos	5	12 918.10	2 583.62	9.11 *
Error	15	4 252.10	283.47	
	23	18 757.39		

N.S. = No significativo.

* = Significancia al 95% de probabilidad.

ANEXO 12

Crecimiento en altura (cm.) -Mes de diciembre-

No. Bloque	Ll	Gs	Cc	Cv	Sg	Ds	Total Bloques	Total Promedios
I	190.00	150.96	95.65	69.73	141.50	114.17	762.01	127.00
II	260.14	149.64	189.89	73.74	139.50	107.81	920.72	153.45
III	229.39	93.91	136.47	85.52	136.67	142.71	823.67	137.28
IV	296.60	196.17	174.95	114.95	0.00	145.26	927.63	154.61
Total Trat.	975.13	590.68	596.66	343.94	417.67	509.95	3 434.30	143.09
Prom. Trat.	243.78	147.67	149.17	85.99	104.42	127.49		143.09

Fuentes de Variabilidad	G.L.	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	"F" Calculada
Bloques	3	3 118.35	1 039.45	0.51 N.S
Tratamientos	5	60 710.10	12 142.02	5.96 *
Error	15	30 573.40	2 038.23	
Total	23	94 401.85		

N.S. = No significativo

* = Significancia al 95% de probabilidad.

ANEXO 13

ANALISIS DE VARIANZA PARA INCREMENTOS PROMEDIO EN ALTURA (dm.) DE 6 ESPECIES LEGUMINOSAS FORESTALES.

(Datos iniciales mes de Julio, datos finales mes de diciembre)

Crecimiento promedio en altura (dm.)

No. Bloques	Ll	Gs	Cc	Cv	Sg	Ds	Total Bloques	Total Promedios
I	9.80	9.10	4.70	4.30	2.00	5.90	35.80	5.97
II	17.40	8.90	12.50	4.60	2.60	5.90	51.90	8.65
III	15.10	3.30	7.40	5.40	2.40	8.80	42.40	7.07
IV	21.60	13.70	11.70	14.60	o.00	9.00	70.60	11.76
Total Trat.	63.90	35.00	36.30	28.90	7.00	29.60	200.70	8.36
Prom.Trat.	15.98	8.75	9.08	7.23	1.75	7.40		8.36

Fuentes de Variabilidad	G.L.	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	"F" Calculada
Bloques	3	114.55	38.18	4.10 *
Tratamientos	5	418.22	83.64	9.00 *
Error	15	139.39	9.29	
Total	23	672.16		

* = Significancia al 95% de probabilidad.

ANEXO 14

PRUEBA DE TUKEY PARA LOS INCREMENTOS PROMEDIO DEL CRECIMIENTO EN ALTURA.

Tukey = Amplitud límite de significación ALS (T).

1. $S\bar{x} = \sqrt{S.C./r} = \sqrt{\frac{C.M.\ Error}{r}} = \sqrt{\frac{9.29}{4}} = 1.52$

2. G. L. Error = 15 Pt = Tratamiento = 6 según tabla = 4.60
   ALS (T) X $S\bar{x}$ de donde ALS (T) = (4.60) (1.52) = 6.99

3. Ordenación de datos.

Tratamientos	Sg	Cv	Ds	Gs	Cc	Ll
Promedios ($\bar{x}i$)	.75	7.23	7.40	8.75	9.08	15.98

Gs, Cc y Ll son superiores significativamente a Sg

Ll es superior significativamente a Cv

Ll es superior significativamente a Ds

Ll es superior significativamente a Gs

Cc = Calliandra calothyrsus

Cv = Caesalpinea velutina

Ds = Dalbergia sissoo

Gs = Gliricidia sepium

Ll = Leucaena leucocephala

Sg = Sesbania grandiflora

Nota: No hubo necesidad de utilizar clave, pues los códigos de las especies (tratamientos) fungen como tal.

ANEXO 15

ANALISIS DE VARIANZA SOBRE CRECIMIENTO ABSOLUTO EN DIAMETRO DE 6 ESPECIES LEGUMINOSAS FORESTALES.

Crecimiento absoluto en diámetro (mm.) -Mes de Octubre-

No. Bloques	Ll	Gs	Cc	Cv	Sg	Ds	Total Bloques	Total Promedio
I	10.74	17.11	5.98	8.63	11.65	7.56	61.67	10.28
II	19.28	17.00	13.42	7.59	17.00	8.75	83.04	13.84
III	16.88	11.51	10.44	9.84	9.67	9.60	67.94	11.32
IV	24.16	21.40	15.69	12.20	11.50	10.03	94.98	15.83
Total Trat.	71.06	67.02	45.53	38.26	49.82	35.94	307.63	12.82
Prom. Trat.	17.77	16.76	11.38	9.57	12.46	8.99		12.82

Fuente de Variabilidad	G.L.	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	"F" Calculada
Bloques	3	112.80	37.60	4.41 *
Tratamientos	5	269.75	53.95	6.33 *
Error	15	127.90	8.52	
Total	23	510.45		

* = Significancia al 95% de probabilidad.

ANEXO 16

Crecimiento absoluto en diámetro (mm.) - Mes de Diciembre-

No. Bloques	Ll	Gs	Cc	Cv	Sg	Ds	Total Bloques	Total Promedios
I	20.81	22.81	12.89	12.35	19.45	12.26	100.57	16.76
II	31.56	26.18	22.06	13.12	24.20	15.41	132.53	22.09
III	23.38	16.37	15.38	15.01	16.20	16.42	102.76	17.13
IV	33.58	36.76	24.59	18.86	0.00	16.19	129.98	21.66
Total Trat.	109.33	102.12	74.92	59.34	59.85	60.28	465.84	19.41
Prom. Trat.	27.33	25.53	18.73	14.84	14.96	15.07		19.41

Fuentes de Variabilidad	G.L.	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	"F" Calculada
Bloques	3	146.87	48.96	1.14 N.S.
Tratamientos	5	640.92	128.18	2.99 *
Error	15	644.11	42.94	
Total	33	1431.90		

N.S. = No significativo.

* = Significancia al 95% de probabilidad.

ANEXO 17

ANALISIS DE VARIANZA SOBRE INCREMENTOS DEL CRECIMIENTO PROMEDIO EN DIAMETRO (mm.) DE 6 ESPECIES LEGUMINOSAS FORESTALES (Datos inciales mes de Octubre, datos finales mes de Diciembre).

Crecimiento promedio en diámetro (mm.)

No. Bloques	Ll	Gs	Cc	Cv	Sg	Ds	Total Bloques	Total Promedios
I	7.20	6.10	5.50	4.00	7.80	5.10	35.70	5.95
II	8.70	8.30	9.60	5.50	7.20	6.50	45.80	7.63
III	7.00	4.90	4.50	5.20	4.50	6.60	32.70	5.45
IV	9.40	25.40	7.90	6.70	0.00	6.10	45.50	7.58
Total Trat.	32.20	34.70	27.50	21.40	19.50	24.30	159.70	6.66
Prom.Trat.	8.08	8.68	6.88	5.35	4.88	6.08		6.66

Fuentes de Variabilidad	G.L.	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	"F" Calculada
Bloques	3	22.61	7.54	0.01 N.S
Tratamientos	5	45.41	9.08	1.28 N.S.
Error	15	106.58	7.11	
Total	23	174.60		

N.S. = No significativo.

ANEXO 18

Prueba de Tukey para los incrementos promedio de crecimiento en diámetro

TUKEY = Amplitud límite de significancia ALS (T).

1. $S\bar{x} = \sqrt{\frac{S.C.}{r}} = \sqrt{\frac{C.M.\ Error}{r}} = \sqrt{\frac{7.11}{4}} = 1.33$

2. G. L. Error = 15 Pt = Tratamientos = 6 según tabla = 460

   ALS (T) = AES (T) X $S\bar{x}$ de donde ALS (T) = (4.60) (1.33) = 6.12

3. Ordenación de datos

Tratamientos	Sg	Cv	Ds	Cc	Ll	Gs
Promedios ($\bar{x}i$)	4.88	5.35	6.08	6.88	8.08	8.68

Ninguno de los tratamientos presenta significancia entre sí.

Nota: No hubo necesidad de utilizar clave, pues los códigos de las especies (tratamientos) fungen como tal.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMIA
Ciudad Universitaria, Zona 12.
Apartado Postal No. 1545
GUATEMALA, CENTRO AMERICA

Referencia _____

Asunto _____

_____

"IMPRIMASE"

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA
DECANO

ING. AGR. CESAR A. CASTAÑEDA S.
D E C A N O