

COMPORTAMIENTO INICIAL DE TRES ESPECIES FORESTALES
PARA PRODUCCION DE LEÑA CON Y SIN ASOCIO DE MAIZ
(*Zea mays* L.) EN LA MAQUINA, SUCHITEPEQUEZ, GUATEMALA

*Guillermo Detlefsen R.*¹

*José Miguel Leiva P.*²

*Héctor A. Martínez H.*³

-
1. Ingeniero Agrónomo, Facultad de Agronomía, USAC.
 2. Coordinador del Sub-Programa de Silvicultura, Instituto de Investigaciones Agronómicas, Facultad de Agronomía, USAC.
 3. Silvicultor, Residente Proyecto Leña CATIE/INAFOR, Guatemala.

ABSTRACT

The present work was realized at the 401 parcel of Sector "B" located at the "Parcelamiento La Máquina", from June 1983 to January 1984, comparing two different reforestation systems: the "Taungya" system in which it was combined the sowing of corn (maize) with the forestal species *Caesalpinia velutina* (as control), *Eucalyptus camaldulensis* and *Leucaena leucocephala*, and the current reforestation system in which were used the same forestal species.

The experiment was conducted using a randomized complete block design with 6 treatments and 4 replications putting also two corn plots in each block for being used as control in order to compare the effect of association on the crop productivity.

The measured variables were survival, height growth, basal diameter and crown diameter to the forestry species; in the crop there were done cultural labours common in the region, obtaining similar yields than those reported to the last year for the owner of the farm, such in the associated as in the non associated plots.

It was determined that in the "Taungya" system there was a reduction of 22 o/o of the costs respect to the reforestation system without corn association.

RESUMEN

El presente estudio se realizó en la parcela 401 del Sector "B" del Parcelamiento La Máquina, Suchitepéquez, entre junio de 1983 y enero de 1984, comparando dos diferentes sistemas de reforestación: el sistema "Taungya" en el que se combinó la siembra de maíz con las especies forestales *Caesalpinia velutina* (como testigo), *Eucalyptus camaldulensis* y *Leucaena leucocephala*, y el sistema corriente de reforestación en el que se utilizaron las mismas especies forestales.

El diseño estadístico utilizado fue el de Bloques completos al azar con 6 tratamientos y 4 replicaciones, ubicando además dentro

de cada bloque del ensayo 2 parcelas testigo de maíz, con el objeto de comparar el rendimiento del cultivo asociado y no asociado a las especies forestales.

Las variables medidas fueron: sobrevivencia, altura, diámetro basal y diámetro de copa para las especies forestales; al cultivo se le hicieron las labores culturales acostumbradas en la región, obteniendo rendimientos similares a los reportados para el año anterior por el dueño de la parcela, tanto en las parcelas asociadas como en las no asociadas.

Se determinó que en el sistema "Taungya" hubo una reducción del 22 o/o de los costos respecto al sistema de reforestación sin asocio de maíz.

1. INTRODUCCION

En los países en vías de desarrollo gran parte de las personas que viven tanto en el área urbana como en el área rural, satisfacen sus necesidades de combustible para cocina, calefacción y uso en pequeñas industrias, utilizando leña. Según Martínez (3) para el caso particular de Guatemala, se ha calculado a través de los censos de población, que del total de los hogares guatemaltecos el 80 o/o utiliza leña como combustible; aproximadamente el 61 o/o del total de energía consumida en el país proviene de la leña y se estima que la demanda de leña está creciendo al mismo ritmo de la tasa de población (4). Ello permite suponer que al paso del tiempo se ejercerá mayor presión sobre los bosques y cualquier cubierta arbórea, comprometiendo de esta forma su supervivencia.

Una alternativa en el establecimiento temporal o definitivo de las plantaciones forestales, es la utilización de técnicas agrosilvícolas tales como el sistema "Taungya" en el que es posible recuperar a corto plazo parte de la inversión hecha en la reforestación.

El presente trabajo se realizó en la parcela 401 del Sector "B" del Parcelamiento La Máquina, Cuyotenango, Suchitepéquez; se evaluó el crecimiento inicial de tres especies forestales para producción de leña, asociadas y no asociadas con maíz, al momento de su establecimiento, comparando el crecimiento de las especies forestales y el rendimiento del maíz.

Las comparaciones de crecimiento hechas fueron de altura, diámetro de copa, diámetro basal y un análisis económico.

2. MATERIALES Y METODOS

2.1 Descripción del área experimental

El área experimental fue de 0.63 hectáreas, localizada a 50 m.s.n.m. aproximadamente; las coordenadas geográficas aproximadas del sector "B" del parcelamiento La Máquina son: 14°18' a 14°22' latitud Norte, y 91°33' a 91°34' longitud Oeste; el sitio experimental estuvo cultivado con maíz de primera y segunda temporada el año inmediatamente anterior, habiéndose obtenido un rendimiento promedio de 1,948 Kg./ha., según lo reportado por el dueño de la parcela. Antes del cultivo de maíz el área estuvo cubierta por pastos y sometida a pastoreo desde que se taló el bosque natural.

La temperatura promedio registrada en el sector en el año de 1982, fue de 29°C, con una mínima promedio de 23°C y una máxima promedio de 35°C; el promedio general de precipitación registrada en este sector para los años de 1980, 1981 y 1982 fue de 1163 mm. (5). Según el mapa de zonas de vida de Guatemala elaborado por De la Cruz (1), el Sector "B" se encuentra comprendido en su mayor parte en la formación bosque húmedo Subtropical (cálido).

Según Simmons et al (6), los suelos pertenecen al grupo litoral del Pacífico, sub-grupo "A", Serie Ixtán arcillosos.

2.2 Diseño experimental

Se utilizó un diseño de Bloques completos al Azar con 4 repeticiones y 6 tratamientos. Los tratamientos incluidos fueron:

T₁A = *Caesalpinia velutina* (Aripín), asociado con maíz.
(Testigo en especies forestales).

T₁O = *C. Velutina* sin asocio de cultivo agrícola.

T₂A = *Eucalyptus camaldulensis* (Eucalipto), asociado con maíz.

T₂O = *E. camaldulensis* sin asocio del cultivo,

T₃A = *Leucaena leucocephala* (yaje), asociado con maíz.

T₃O = *L. leucocephala* sin asocio del cultivo.



En regiones con altos problemas de erosión, las asociaciones de especies forestales en cultivos limpios, contribuyen en gran medida a su disminución. En la presente gráfica se aprecia asociación de *L. leucocephala* con *Zea mays*, en La Máquina, Suchitepéquez.

Además en cada bloque se tuvieron 2 parcelas testigo de maíz, las cuales se representaron con el siguiente símbolo:

O A = Parcela testigo de maíz.

En las parcelas donde se colocaron especies forestales, se plantaron 49 árboles a un distanciamiento de 1 m x 2 m, evaluando los 25 árboles centrales.

El modelo aditivo lineal utilizado en este diseño fue:

$$X_{ij} = U + T_1 + B_i + E_{ij}$$

Para determinar diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos, se efectuó un análisis de varianza, y para detectar el mejor tratamiento se utilizó la prueba de significancia de Tuckey.

2.3 Manejo del experimento

Las labores de campo realizadas fueron: arado mecánico del suelo; muestreo de suelos por bloques, más una calicata para analizar la fertilidad; trazado del experimento y siembra de especies forestales y del cultivo; labores culturales, dentro de las que se incluyeron, para el cultivo, 2 limpiezas manuales, una aplicación de insecticida, la dobla, cosecha, desgrane de las mazorcas y evaluación del rendimiento; a las especies forestales se les hizo un plateo con azadón alrededor de los árboles, y además se chapearon las parcelas; se tomaron 4 lecturas de sobrevivencia y 3 mediciones de diámetro basal y de copa, utilizando una regla graduada y un calibrador micrométrico.

2.4 Análisis económico

Para el análisis de costos se utilizó el salario mínimo pagado por las instituciones gubernamentales, el cual difiere del que los agricultores del Parcelamiento La Máquina acostumbra a pagar en las distintas jornadas del campo; además de la comparación de costos e ingresos entre los dos sistemas de reforestación y el cultivo limpio de maíz, se recopiló información sobre los costos efectuados y los ingresos reales obtenidos por los agricultores de la región con la tecnología típica del cultivo, para hacer una comparación entre los datos obtenidos en esta investigación y los reales para los agricultores.

En el presente estudio sólo se consideraron los costos de mano de obra, maquinaria empleada, insumos utilizados durante el período experimental y algunos costos fijos, tales como intereses de capital y gastos de administración. No se tomó en cuenta el arrendamiento del terreno, puesto que esta investigación va dirigida a los parcelarios de la región, quienes en su mayoría son propietarios de las parcelas.

3. RESULTADOS

3.1 Sobrevivencia

La sobrevivencia de las especies evaluadas al final del ensayo, osciló entre 97 o/o y 100 o/o en los tratamientos considerados. En el cuadro 1 se presentan los promedios de sobrevivencia por especie.

CUADRO 1
SOBREVIVENCIA DE TRES ESPECIES FORESTALES
EN LA MAQUINA, ENERO DE 1984

ESPECIE	Tratamiento	Sobrevivencia o/o
<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	No asociado	100
<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	Asociado	99
<i>Leucaena leucocephala</i>	No asociado	98
<i>Caesalpinia velutina</i>	No asociado	97
<i>Caesalpinia velutina</i>	Asociado	97

3.1 Crecimiento

Leucaena leucocephala no asociada con maíz presentó, en la última evaluación, los mayores crecimientos en altura, diámetro basal y diámetro de copa, mientras que *Caesalpinia velutina* asociada presentó el más bajo promedio de crecimiento. El cuadro 2 presenta los crecimientos al final del período experimental.

CUADRO 2
VALORES PROMEDIO POR TRATAMIENTO (en cm.) DE LAS
VARIABLES MEDIDAS EN LAS ESPECIES FORESTALES
LA MAQUINA, ENERO DE 1984

Especie	Tratamiento	Altura	Diámetro Basal	Diámetro de copa
<i>L. Leucocephala</i>	No asociado	214**	2.4*	158**
<i>E. camaldulensis</i>	No asociado	198	2.0	106
<i>L. leucocephala</i>	Asociado	184	1.6	114
<i>E. camaldulensis</i>	Asociado	176	1.6	85
<i>C. velatina</i>	No asociado	113	1.9	77
<i>C. velutina</i>	Asociado	77	1.5	58

** Significancia entre tratamientos al 99 o/o

* Significancia entre tratamientos al 95 o/o

3.3 Incrementos

Los crecimientos expresados como el aumento de biomasa, o de algunas de sus formas de expresión por unidad de tiempo, se presentan en el cuadro 3.

CUADRO 3
INCREMENTO MEDIO ANUAL (IMA) EN CENTIMETROS
DE LAS VARIABLES MEDIDAS EN LAS ESPECIES FORESTALES

Tratamiento	IMA Altura	I M A (diámetro basal)	I M A (diámetro basal)
T ₁ O	148	2.42	70
T ₁	74	2.12	58
T ₂ O	248	2.42	109
T ₂ A	236	2.12	142
T ₃ O	242	3.73	179
T ₃ A	182	2.42	179

3.4 Producción de maíz

El rendimiento total obtenido en el área experimental fue de 2010 kg./Ha. El cuadro 4 presenta los rendimientos promedios obtenidos en el área experimental.

Tratamiento	Rendimiento (kg/ha)
<i>Caesalpinia velatina</i> asociado	1815
<i>Eucalyptus camaldulensis</i> asociado	1954
<i>Leucaena leucocephala</i> asociado	2023
<i>Parcelas testigos de maíz</i>	2131

3.5 Costos

En el cuadro 6 se presentan los resultados, en cuanto a costos, de los tratamientos considerados en este ensayo.

CUADRO 6
COMPARACION DE COSTOS ENTRE LOS TRATAMIENTOS
CONSIDERADOS EN Q/Ha.*

Tratamiento	Costo	Ingresos por cosecha	Ingresos-Costos
Sistema Taungya	787.42	355.69	- 431.73
Reforestación sin maíz	554.67		- 554.67
Cultivo de maíz:			
En este ensayo	651.97	355.69	- 296.28
Para los parcelarios	254.30	355.69	- 101.39

* Q. 1.00 = U.S. \$ 1.00

4. DISCUSION

4.1 Sobrevivencia

Todos los tratamientos mostraron sobrevivencias satisfactorias al final del ensayo. En el cuadro 1 se puede observar que *L. leucocephala* y *C. velutina* obtuvieron los mismos resultados sin importar el asocio o no asocio con el cultivo, mientras que *E. camaldulensis* mostró una pequeña variación entre los tratamientos.

El análisis de varianza mostró que las diferencias encontradas para esta variable no son estadísticamente significativas, lo que concuerda con lo reportado por King (2), quien realizó un experimento similar en la reserva forestal de Gambari en el oeste de Nigeria, llegando a la conclusión de que al final de un año se notó que no hubo diferencia

significativa entre el porcentaje de sobrevivencia de los distintos tratamientos.

4.2 Crecimiento

En base a la última medición de altura efectuada en este estudio, se pudo observar que las especies *C. velutina* y *L. leucocephala* sin asocio de maíz tendieron a disminuir su crecimiento en comparación al de estas mismas especies cuando estuvieron asociadas, lo que parece indicar que al eliminar la competencia debida al maíz se estimuló a las especies mencionadas a que incrementaran su crecimiento en cuanto a esta variable. En cambio *E. camaldulensis*, tanto asociado como no asociado, mostró un crecimiento muy similar. El comportamiento del crecimiento en altura para los diferentes tratamientos se puede observar en la Figura 1.

El crecimiento en diámetro basal para las especies *C. velutina* y *E. camaldulensis* no tuvo muchas variaciones, mientras que *L. leucocephala* no asociada, detuvo su crecimiento en diámetro basal en la época de verano, y la asociada lo mantuvo pero con menor incremento. El crecimiento en diámetro basal puede apreciarse en la Figura 2.

El diámetro de copa se consideró debido a que la exposición foliar incrementa la actividad fotosintética de los árboles, con lo cual se espera una mejor respuesta en altura. Al tomar la última lectura en crecimiento de diámetro de copa, la especie que en promedio obtuvo el mejor diámetro fue *L. leucocephala*, siguiéndole en su orden *E. camaldulensis* y finalmente *C. velutina*, aunque esto puede atribuirse a las características propias de las especies.

4.3 Incrementos

El tratamiento que presentó el mejor incremento en altura durante el ensayo fue *E. camaldulensis* sin asocio de maíz. En general, las especies no asociadas al cultivo presentaron mejor Incremento Medio Anual (IMA) que las asociadas en las distintas variables consideradas en este estudio.

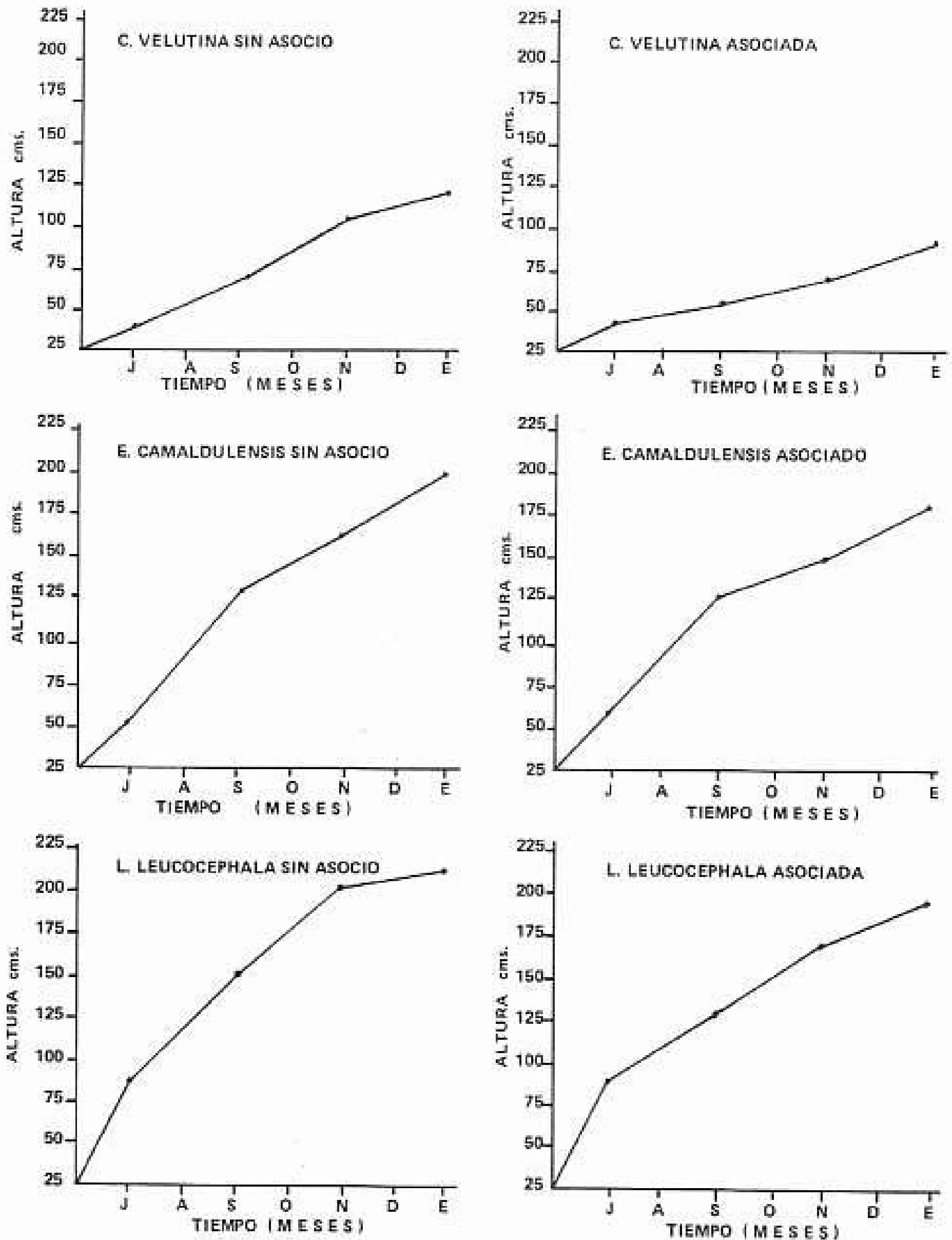


FIGURA 1. Crecimiento en altura (cm.) de los 6 tratamientos.

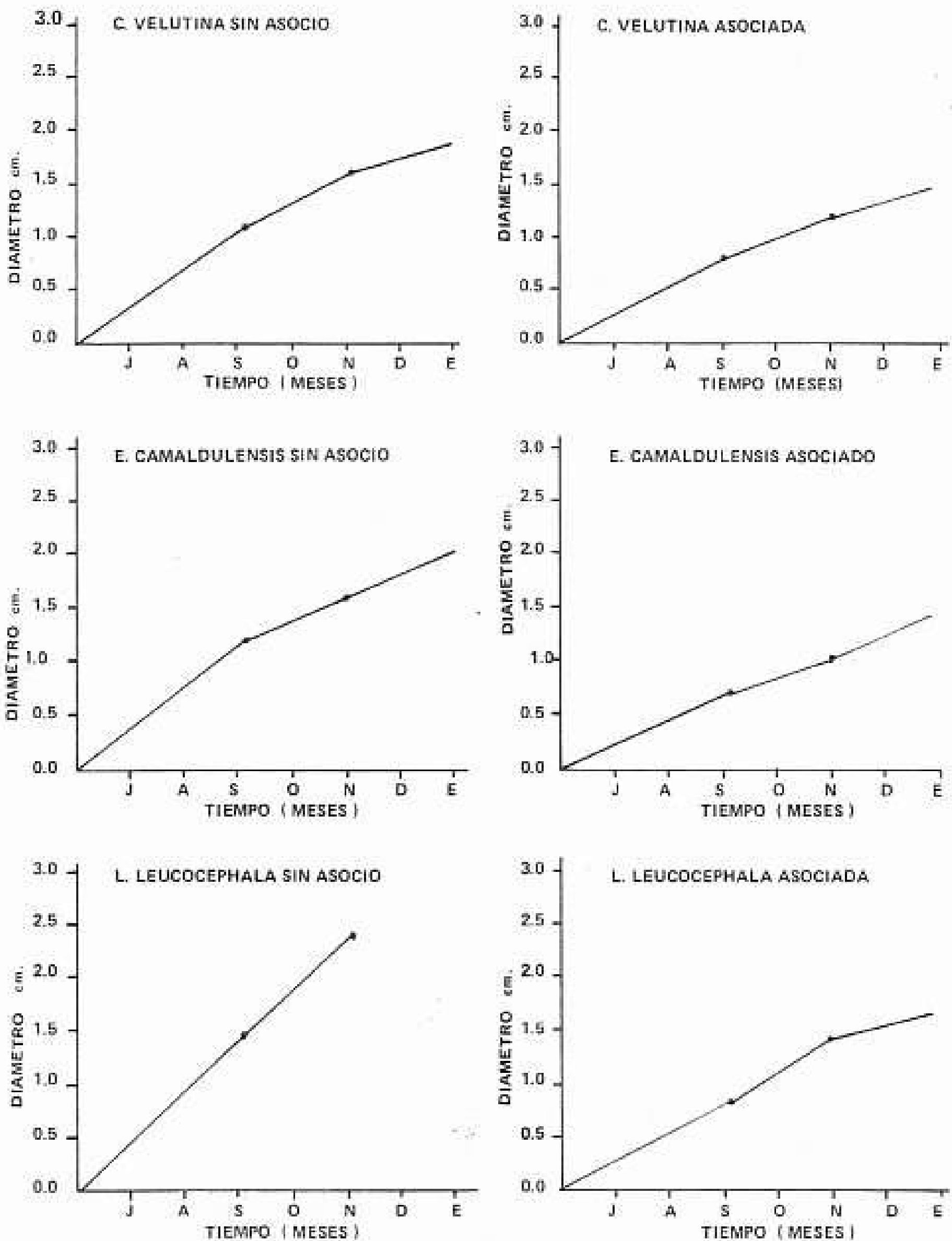


FIGURA 2. Crecimiento en diámetro basal (cm.) de los 6 tratamientos.

4.4 Producción de maíz

Si se compra el rendimiento total obtenido en este ensayo (2010 kg./Ha.), con el obtenido el año inmediatamente anterior (1948 kg./Ha.), se observa un ligero incremento (3 o/o) que puede atribuirse a la intensidad de mantenimiento brindado durante la etapa experimental.

La producción de maíz en las parcelas no asociadas con árboles (2130 kg./Ha.) presentó una pequeña diferencia (estadísticamente no significativa) en relación a la producción de maíz en las parcelas en donde sí hubo asocio (1930 kg./Ha.).

4.5 Costos

Las comparaciones de costos entre el sistema "Taungya", el sistema de reforestación sin cultivo asociado y el del costo propio del cultivo, permitió determinar que en el sistema "Taungya" se registró una reducción del 22 o/o en los costos respecto a la inversión efectuada en el sistema de reforestación sin asocio de maíz. Al considerar la inversión que realmente hacen los agricultores en este cultivo, se puede asumir que si éstos adoptaran el sistema "Taungya" para reforestar, obtendrían resultados económicos más positivos de los que se obtuvieron en este trabajo de investigación, donde los jornales fueron remunerados a un precio relativamente más alto del que se acostumbra en la región.

5. CONCLUSIONES

- 5.1 A pesar de que *E. camaldulensis* sin asocio de maíz presentó el mayor índice de sobrevivencia, estadísticamente no hubo diferencia significativa entre tratamientos, lo cual indica que las tres especies se adaptan en igual forma a la zona en que se efectuó el estudio, bien sea asociadas o no asociadas con maíz.
- 5.2 Tanto los tratamientos de *E. camaldulensis* como los de *L. leucocephala* asociados y no asociados con maíz, presentaron mejor crecimiento en altura que los tratamientos de *C. velutina* durante el presente trabajo; sin embargo, esto puede atribuirse al comportamiento inicial de las especies (*C. velutina* crece más lentamente en las primeras etapas que las otras dos especies).

- 5.3 El tratamiento que presentó el mejor crecimiento en diámetro basal fue *L. leucocephala* sin asocio de maíz.
- 5.4 *L. leucocephala* asociada y no asociada con maíz, fue la que mostró el mejor crecimiento en diámetro de copa, debido a las características de esta especie.
- 5.5 El crecimiento de las especies forestales no asociadas con maíz, no superó en gran escala al de las especies forestales asociadas a este cultivo, a pesar de que se les hizo un estricto control de malezas.
- 5.6 El rendimiento de la cosecha del maíz asociado a los árboles, disminuyó en un 10 o/o comparado con el rendimiento promedio obtenido en las parcelas en donde hubo sólo maíz, pero esta diferencia no fue estadísticamente significativa.
- 5.7 En el sistema "Taungya" se registró una reducción del 22 o/o en los costos respecto a la inversión efectuada en el sistema de reforestación sin asocio de maíz.
- 5.8 Al comparar el costo de la tecnología típica del maíz que emplean los agricultores de la región, con los ingresos obtenidos por la cosecha de este cultivo durante el presente ensayo, se llegó a la conclusión de que se habría obtenido una ganancia de Q. 101.39/Ha., lo que permite asumir que los agricultores del Parcelamiento La Máquina que adopten el sistema "Taungya" de reforestación, podrían obtener beneficios económicos en la etapa de establecimiento de la plantación forestal.

6. BIBLIOGRAFIA

1. De la Cruz, J. R. Clasificación de zonas de vida de Guatemala, basado en el sistema Holdridge. Guatemala, INAFOR, 1976. 24 p.
2. King, K. F. S. Agro-silviculture (The Taungya System). Nigeria, University of Ibadan, Department of Forestry. Bulletin No. 1. 1968. 109 p.

3. Martínez H., Héctor A. Encuesta a hogares, pequeña industria y distribuidores de leña en Guatemala. Turrialba, Costa Rica, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Serie Técnica, Informe Técnico No. 27. 1982. 64 p.
4. _____ El cultivo de árboles para producción de energía. Guatemala, CATIE/INAFOR, 1983. 12 p.
5. Reyes, M. et al. Registros económicos de producción. La Máquina: Maíz, Arroz y Ajonjolí. Guatemala, SER/ICTA, 1982.
6. Simmons, C., Tarano, J. M. y Pinto, H. J. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la República de Guatemala. Guatemala, José de Pineda Ibarra, 1959. 1000 p.