

COMPORTAMIENTO INICIAL DE *Calliandra calothyrsus* Meissm.
EN BARRERAS VIVAS PARA PRODUCCION DE BIOMASA VERDE

CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA, CATIE

DEPARTAMENTO DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

Turrialba, Costa Rica, 1982

AGRADECIMIENTO

El trabajo fue hecho como estudio especial en el Departamento de Recursos Naturales Renovables. El Departamento de Producción Animal apoyó en el análisis de los datos y los resultados. Los autores agradecen al personal de ambos departamento.

BAGGIO, A.*, HEUVELDOP, J.**. Comportamiento inicial de *Calliandra calothyrsus* en barreras vivas para producción de biomasa verde. 21 p.

RESUMEN

Se estableció un experimento con plantulas de la especie *Calliandra calothyrsus* en barreras vivas con cuatro espaciamentos diferentes en las líneas, para investigar el comportamiento como también la producción de fitomasa para forraje en cuanto a la calidad y la cantidad. A los 5 y 10 meses de edad se cortaron todos los árboles a 1m de altura, se pesó la biomasa cosechada y se tomó muestras para análisis del contenido de proteínas crudas y la digestibilidad. Se encontraron diferencias significativas respecto a las cantidades de biomasa dentro de los diferentes espaciamentos.

SUMMARY

An experiment was established with *Calliandra calothyrsus* planted in lines with 4 different spacings within the lines. Main objective was to investigate initial growth rates and biomass production quantitatively and qualitatively. At the ages of 5 and 10 months all plants were cut back to 1 m height. Cutting material was weighted and samples were analyzed in the laboratory for contents of proteins and digestibility. Significant differences were found between the different spacings regarding quantitative production of biomass.

* Estudiante Graduado del CATIE-DRNR. Investigador en Sistemas Agroforestales.

** Coordinador del Proyecto Agroforestal CATIE-GTZ

1. INTRODUCCION

Ha sido constante en las últimas décadas la búsqueda de especies forestales que presentan múltiples usos y capacidad para asociación a cultivos anuales, perennes y/o con animales. En este contexto se estableció esta investigación con el objetivo general de estudiar el rendimiento de *Calliandra calothyrsus* Meissm.^{1]}, en barreras vivas en cuanto a la producción de biomasa,

La especie, un arbusto de la familia Mimosaceae, presenta hojas bipinadas, alternas, con 10-20 pares de pinnas por hoja y 30-60 pares de hojuelas angostas (con menos de 5 mm de ancho) por pinna. Posee inflorescencias terminales, con estambres largos de color rojo purúrea, muy vistosos. Los frutos son legumbres de 1 cm de ancho por 8 cm de largo y apuntadas hacia arriba, en las ramas (6). Su crecimiento máximo alcanza los 10 m de altura y 20 cm de diámetro (12).

Nativa del sur de México hasta Panamá, la *Calliandra* es oriundo de los trópicos en altitudes que varían desde 150 hasta 1500 m.s.n.m. y en regímenes de lluvia superiores a los 1000 mm anuales. Se establece en diferentes tipos de suelos, inclusive cuando son infértiles y ligeramente compactados o con pobre aeración (11).

El establecimiento de *C. calothyrsus* es por siembra directa, a través de plántulas o de estacas. Su desarrollo es rápido y tiene gran vigor en la producción de rebrotes. En Indonesia, donde fue introducida en 1936 con semillas procedentes de Guatemala, las plantaciones para producción de leña son cosechadas anualmente 15-20 años produciendo entre 35-65 m³ por hectárea al año (12).

El sistema radicular de los árboles en general reduce la pérdida de nutrientes del suelo, por lixiviación o erosión, mejora la porosidad y capacidad de infiltración y aeración del suelo y las raíces profundas bombean nutrientes hacia la superficie para ser incorporados en la biomasa (9). Por sus

1] Sinónimo: *Calliandra confusa* (Sprague Riley (nombre más comunmente encontrado en los textos botánicos para Centroamérica).

características de sistema radicular profundo y bien desarrollado, crecimiento rápido y follaje denso, *C. calothyrsus* parece particularmente apropiado para el establecimiento de barreras vivas para control de erosión en laderas, recuperación de suelos degradados y protección contra incendios rastreros (11, 12).

La especie es usada para producción de forraje (10, 11, 17), produciendo de 7-10 t. de materia seca por hectárea al año, con un contenido de proteína cerca del 22% (8). Desarrolla muy bien cuando está asociada con el zacate elefante (*Pennisetum purpureum*), en áreas no apropiadas para otros cultivos (10). Es palatable para el ganado y las hojas constituyen una valiosa fuente de alimento proteico suplementario (18).

Por sus atractivas flores, *C. calothyrsus* es muy usada como planta ornamental y como forraje para abejas produciendo miel de sabor dulce-amargo (11).

El presente trabajo presenta los resultados de germinación de semillas, creciendo en altura desde la fase de plántulas hasta los 10 meses de edad en el campo y la producción de biomasa cosechada y su calidad, en un experimento establecido en Turrialba, Costa Rica.

METODOLOGIA

El experimento fue diseñado con el propósito de proveer informaciones básicas sobre esta especie para orientar futuras investigaciones en el establecimiento de barreras vivas para producción de biomasa.

El ensayo está establecido en la estación experimental del CATIE, Turrialba, Costa Rica, donde se presentan las siguientes condiciones edafoclimáticas y datos geográficos (4):

Temperatura mínima promedio anual (últimos 23 años).....	17.7 °C
Temperatura promedio anual (últimos 23 años).....	22.3 °C
Temperatura máxima promedio anual (últimos 23 años).....	27.0 °C
Precipitación promedio anual (últimos 38 años).....	2.647,5 mm
Humedad relativa del aire promedio anual (últimos 23 años)..	87.6%
Altitud s.n.m.....	650 m
Longitud oeste.....	88° 38'
Latitud norte.....	9° 53'
Suelos: serie colorado, origen volcánico, <i>Typic dystropepts</i> (1).	
Algunas características químicas específicas se pueden apreciar en el cuadro 1 A, en el apéndice.	

2.1 FASE DE VIVERO

Para medir la velocidad de germinación y el desarrollo de las plántulas, se estableció un experimento en el vivero del Departamento de Recursos Naturales Renovables, en el CATIE. Las semillas procedieron de Indonesia y fueron tratadas por 5 minutos en agua a la temperatura de 50° C y luego inmersas durante 24 horas en agua a la temperatura ambiente. La siembra fue hecha directamente en bolsas plásticas de 8 x 12 cm, una semilla por envase, para un número total de 800. La tierra utilizada es una mezcla de arena fina (25%) y compost (75%), sobre la cual se aplicó fungicida cupravit (2 gr/l).

Se procedió al conteo diario de semillas germinadas, hasta el 24^º día de la fecha de la siembra. A partir de la 2^º semana hasta la 11^a. semana de edad, se tomaron mediciones semanales del crecimiento en altura de las plántulas, en 4 bloques muestreados al azar, con 40 unidades experimentales en cada uno.

2.2 FASE DE CAMPO

Para la preparación del terreno se tumbaron algunos árboles de *Pinus caribaea* con 16 años de edad que cubrían el área. En seguida se hizo el corte de la vegetación baja y limpia de las líneas de los bloques, con 1 m de ancho.

En la 11a. semana, las plántulas fueron transplantadas para el campo, donde se establecieron tres bloques, con una línea de plantas cada uno, ubicándose al azar 4 parcelas experimentales de 10 m de largo cada una, con los siguientes tratamientos de espaciamientos:

$T_1 = 25 \text{ cm}$; $T_2 = 50 \text{ cm}$; $T_3 = 100 \text{ cm}$ y $T_4 = 200 \text{ cm}$

La ubicación de las parcelas en el campo se muestra en la figura 1.

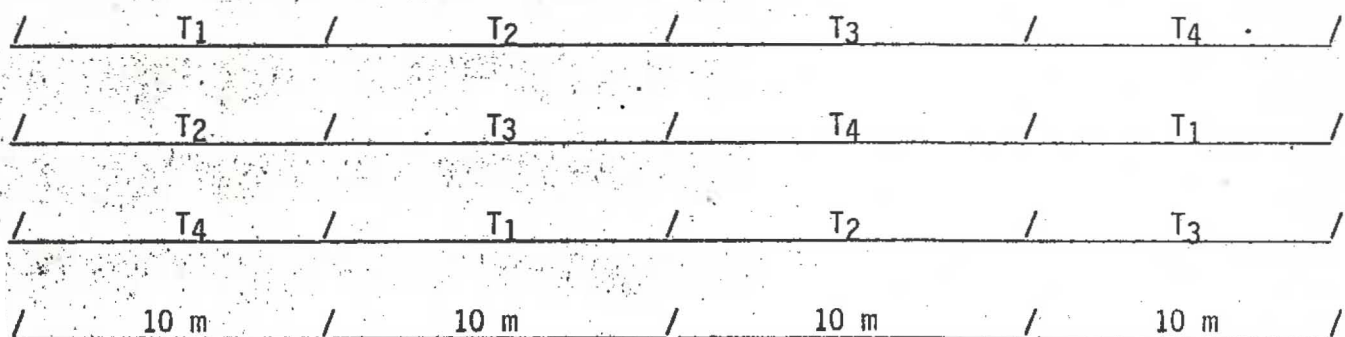


Figura 1. Croquis del experimento

En el campo se midieron mensualmente las alturas de las plantas, considerándose siempre las ramas más altas en función de que la especie echa diversas guías de crecimiento. A los cinco meses de edad se cortaron todos los árboles a 1.0 m de altura del nivel del suelo. Se podaron también las ramas laterales dejando la barrera con 1.0 metro de ancho.

La biomasa cosechada fue pesada en el campo mismo, separadamente por parcela y por las siguientes partes vegetales: Hojas, tallos tiernos (considerándose desde la punta terminal hasta 50 cm de longitud) y tallos fibrosos (considerándose a partir de los 50 cm de longitud). A los diez meses de edad de la plantación se

midieron las alturas de los árboles y se procedió a recoger la nueva cosecha de biomasa según la misma metodología descrita anteriormente. En esta oportunidad se procedió a pesar el material pero no se hicieron análisis de laboratorio.

2.3 FASE DE LABORATORIO

Del material cosechado en el campo a los cinco meses de edad, fueron extraídas muestras de 1.0 kg para cada tratamiento y parte vegetal para los siguientes análisis de laboratorio:

ANALISIS	METODO
Materia seca, %	A.O.A.C. (2)
Proteína cruda, %	Micro Kjeldahl (3)
Digestibilidad <u>in vitro</u> de la materia seca, %	
Solubilidad de proteína, %	Borato-Fosfato (8)

3. RESULTADOS Y DISCUSION

3.1 FASE DE VIVERO

La evolución de la germinación del lote de semillas se presenta en forma gráfica en la figura 2, cuya curva une los puntos experimentales referentes al número acumulado de semillas germinadas a partir del 4° día de la fecha de la siembra hasta el 24° día.

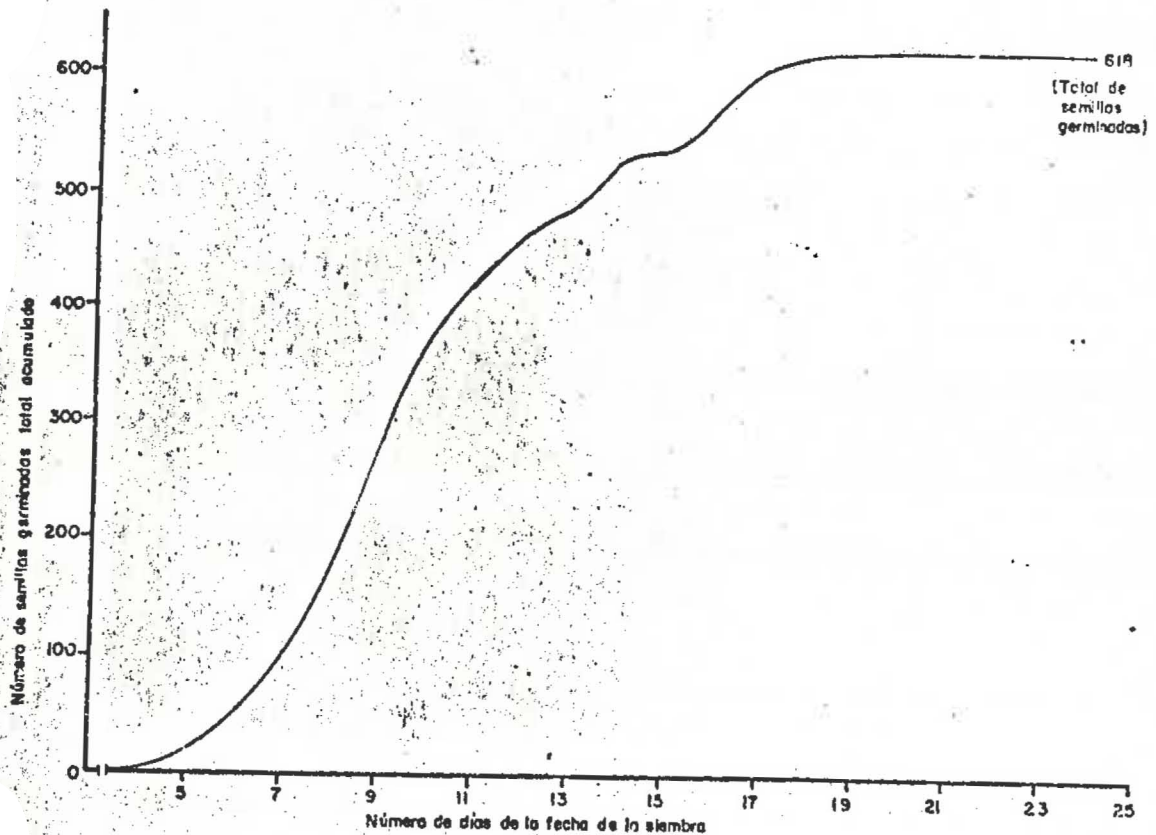


Fig. 2 Total acumulado de semillas germinadas desde la fecha de la siembra hasta el 24º día

El inicio de la germinación fue muy precoz, iniciándose a los 4 días después de la siembra; luego aumentó en forma progresiva hasta el 10º día bajando después gradualmente, para considerarse finalizada en el 24º día. En este período, germinarán 618 semillas de las 800 sembradas o sea, un porcentaje de 77%.

Ugalde (16) trabajando en las mismas condiciones de vivero, obtuvo 67% de germinación con semillas provenientes de la misma fuente. La curva de germinación que obtuvo tuvo un comportamiento semejante.

El crecimiento en altura fue medido a partir del 15º día después de la siembra, o sea después del 11º de haberse iniciado la germinación. No hubo diferencias significativas entre las cuatro parcelas y el crecimiento promedio de las plántulas, hasta la 11ª semana, se presenta en la figura 3. La curva une los puntos experimentales referentes a las alturas promedias de las cuatro parcelas.

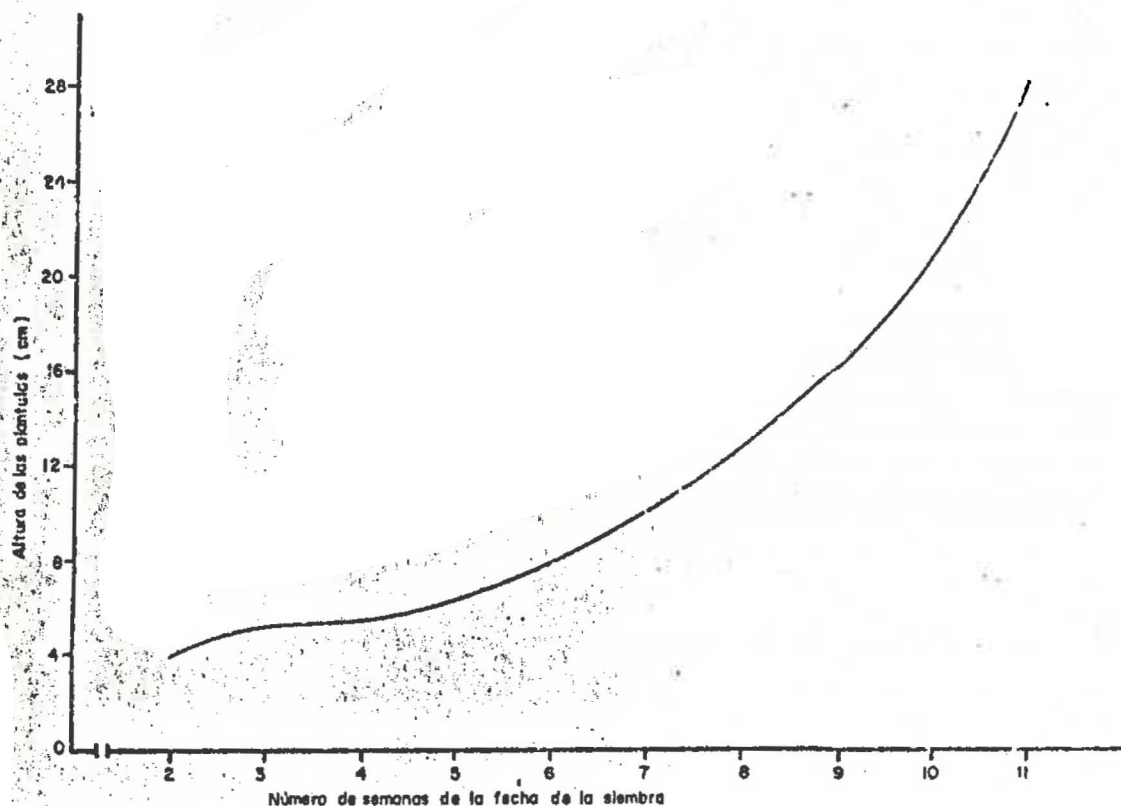


Fig. 3 Crecimiento en altura de plántulas de *Calliandra calothyrsus*, desde la 2a. hasta la 11a. semana de edad

La especie presentó un crecimiento lento en las primeras semanas de vida, abrazando al final del tercer mes de edad cuando iba a ser transplantada, una altura promedio de 28,2 cm. Un resultado bastante similar fue obtenido por Ugalde (16) cuando sus plántulas alcanzaron 30 cm de altura al cabo de los tres meses de edad, en el mismo vivero.

3.2 FASE DE CAMPO

3.2.1 Crecimiento en altura

Los resultados promedios del crecimiento en altura para los 4 tratamientos, a los 5 y 10 meses de edad, se presentan en el cuadro 1.

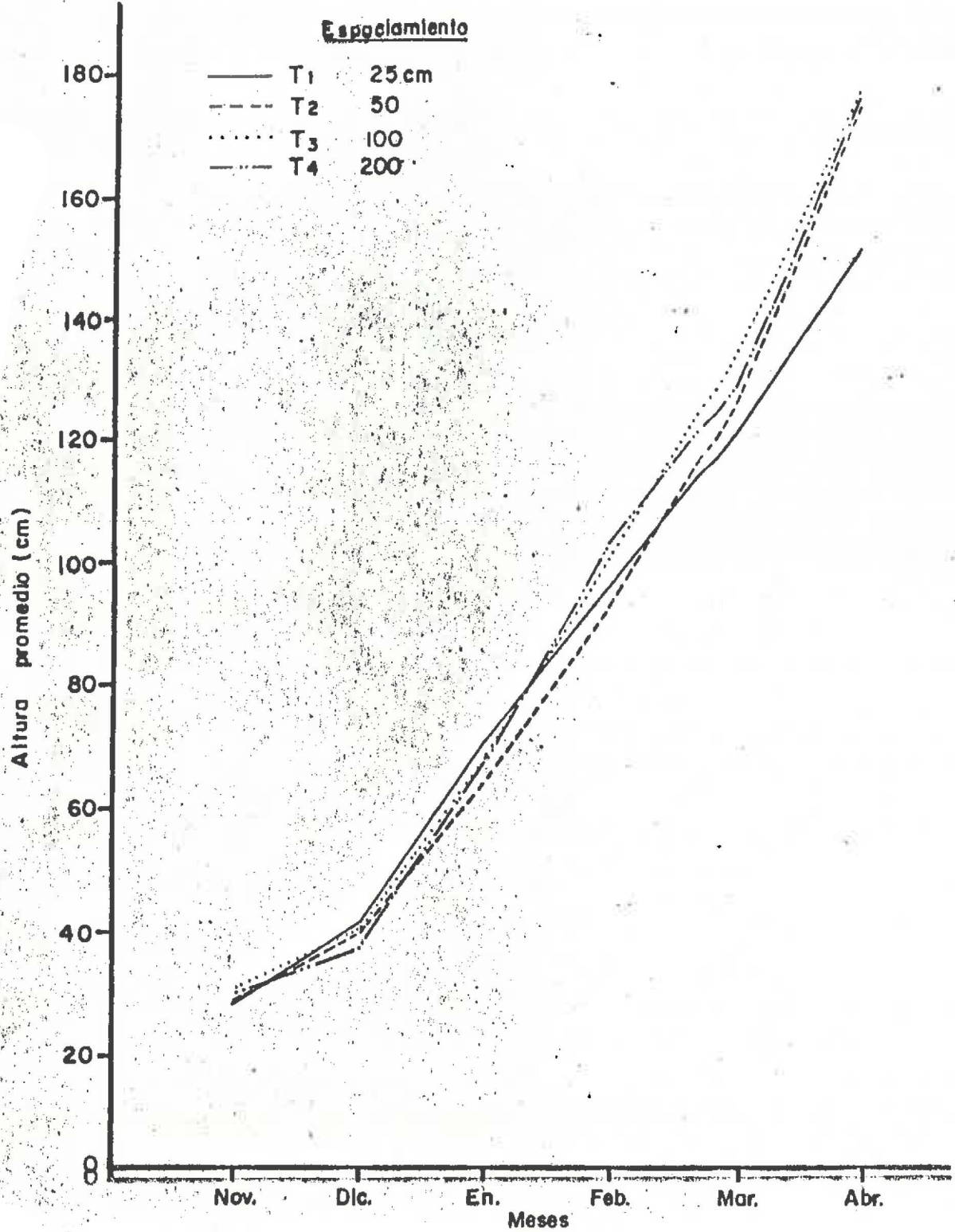


Fig. 4 Crecimiento promedio en altura para los 4 tratamientos, hasta los 5 meses de edad en el campo

Cuadro 1. Altura promedio de los árboles para los 4 tratamientos, a los 5 y 10 meses de edad (en centímetros).

Edad (meses)	TRATAMIENTOS DE ESPACIAMIENTOS (cm)			
	25	50	100	200
5	151	175	177	176
10	280	310	320	300

El análisis de varianza indicó que no hubo diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos, a los 5 meses de edad de la plantación (cuadro 2 del apéndice). A pesar de esto, se puede observar en la figura 4 que hubo una reducción acentuada en el crecimiento en altura para el tratamiento de 25 cm a partir del 4° mes de edad, lo que parece deberse a la competencia lineal entre los árboles.

Sin embargo esta tendencia continuó después de la primera cosecha, a los 5 meses de edad, pues el resultado del análisis de varianza fue significativo para las alturas promedios de los árboles medidos a los 10 meses de edad, por ocasión de la segunda cosecha de biomasa (cuadro 3 del apéndice). Por el método de comparaciones múltiples de Duncan, se detectó que esta diferencia es debida al tratamiento de 25 cm de espaciamiento.

3.2.2 Producción de biomasa cosechada

Los valores promedios en Kg. de materia seca, fueron proyectados para 1000 m lineales de barrera viva, se presentan los resultados por tratamientos en el cuadro 2, según sus partes vegetales y correspondiente a las dos cosechas.

La producción total de biomasa cosechada en ambas ocasiones presentó una diferencia altamente significativa, (cuadro 3 del apéndice). Por el método de comparaciones múltiples de DUNCAN, se detectó que la diferencia entre tratamiento en cuanto a la producción de biomasa presentada en la primera cosecha se debe a la menor producción del tratamiento 4 (200 cm de espaciamiento) mientras que para la segunda cosecha los tratamientos de espaciamientos más densos (25 y 50 cm) difieren estadísticamente de los menos densos (100 y 200 cm).

Un importante detalle es que a pesar de que los tratamientos de espaciamientos más densos tienen el doble del número de plantas en relación a los de menor densidad que les siguen las diferencias presentadas en la producción total de biomasa, hasta los diez meses de edad, no tienen la misma magnitud. La competencia lineal parece influir en la producción individual de los árboles y es posible que en las futuras cosechas estas diferencias sean todavía más altas.

Por otro lado, la pequeña producción presentada en la primera cosecha, comparada con la segunda, es normal en función de menor edad de los árboles. Además, el corte estimuló la formación de nuevas ramas, propiciando una copa más densa con mayor cantidad de material para la segunda cosecha.

Cuadro 2. Valores promedios de la biomasa cosechada a los 5 y 10 meses de edad, total y por partes vegetales, para los 4 tratamientos. (En kg de materia seca por 1000 metros de barrera).

PARTES VEGETALES	EDAD DE LA COSECHA (meses)	TRATAMIENTOS DE ESPACIAMIENTOS (cm)							
		25		50		100		200	
		Kg	%	Kg	%	Kg	%	Kg	%
HOJAS	5	89	68	92	61	73	59	22	63
	10	2765	63	2129	58	1722	60	1482	57
TALLOS TIERNOS	5	11	8	13	9	14	11	4	11
	10	527	12	514	14	373	13	416	16
TALLOS FIBROSOS	5	31	24	46	30	37	30	9	26
	10	1098	25	1027	28	775	27	702	27
TOTAL*	5	131 (a)		151 (a)		124 (a)		35 (b)	
	10	4390 (a)	100	3670 (a)	100	2870 (b)	100	2600 (b)	100

* Valores con la misma letra no difieren estadísticamente.

3.3 FASE DE LABORATORIO

Los análisis llevados a cabo con el material de la primera cosecha fueron principalmente para evaluar el potencial de la especie como forraje para el ganado. Los resultados obtenidos se presentan en el cuadro 3.

Cuadro 3. Resultados de los análisis de laboratorio para materia seca, proteína cruda, digestibilidad *in vitro* y solubilidad de proteínas.

MATERIAL	HOJAS	TALLOS TIERNOS	TALLOS FIBROSOS
ANALISIS			
Materia seca (%)	39.00	25.10	36.80
Proteína cruda (%)	21.63	11.66	6.52
Digestibilidad <i>in vitro</i> de materia seca (%)	35.43	42.84	28.48
Solubilidad de las proteínas (%)	27.04	48.52	43.96

El porcentaje de materia seca encontrado en las diferentes partes vegetales es bastante alto, comparado con otros forrajes tropicales PEREZ (13) trabajando en Turrialba, encontró valores de 12.5%, 23.1% y 25.9% en las puntas de tallos y hojas de *Erythrina poeppigiana*, *Glyricidia sepium* y *Leucaena leucocephala* respectivamente.

La cantidad de proteína cruda existente en las hojas, hacen suponer que estas podrían constituir una fuente alimenticia para el ganado, junto con los tallos tiernos. Estos dos materiales sumados pueden suministrar, en promedio, un 20% de proteína cruda, en base seca:

Definitivamente los resultados obtenidos para la digestibilidad *in vitro* de materia seca no son tan halagadores como los anteriores. Por el contrario, los valores obtenidos en general son muy bajos especialmente a nivel de las hojas.

Aparentemente, existe (n) algún(os) factor(es) anticualitativo(s) que limitan su degradación a nivel ruminal. Es difícil en este momento identificar cuál o cuales son los compuestos químicos que están determinando la baja digestibilidad

observada, pudiendo ser polifenoles en general, o taninos en particular, a juzgar por la baja solubilidad de proteína detectada (*). No es probable que la baja digestibilidad encontrada sea consecuencia de un alto grado de lignificación en las hojas, lo cual resultaría no usual si se compara con los resultados encontrados en hojas de *Erythrina poeppigiana* y *Gliricidia sepium* (13).

En base a los resultados obtenidos en Yuca (15) y en *Desmodium ovalifolium* (4), se puede especular que los valores de digestibilidad in vivo serán mayores al 35% encontrados en la digestibilidad in vitro, pues los efectos detrimentales de substancia anticuclitativas parecen exacerbarse en el rumen in vitro (15).

Los bajos porcentajes de solubilidad de proteína podrían ser considerados positivos para rumiantes, siempre y cuando exista la posibilidad de que esta proteína sea degradada a nivel de intestino delgado. Sin embargo no hay suficientes bases para predecir, a partir de los análisis realizados, que esta situación pudiera presentarse igualmente en condiciones in vivo (*).

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Calliandra calothyrsus presenta gran capacidad para el establecimiento de plantaciones en forma de barreras en zonas ecológicas similares a la del área de estudio debido a los siguientes aspectos: alto porcentaje de germinación de las semillas, buen desarrollo en la fase de vivero, rápido crecimiento en el campo y alto índice de sobrevivencia.

Aún no hay datos suficientes para concluir en cuanto a la capacidad de producción de biomasa cosechada bajo el régimen de manejo seguido, así como sobre la función como barrera viva, debido a la edad precoz del experimento. Sin embargo ya se observa que los espaciamientos de 25 y 50 cm tienen suficiente densidad para un seto vivo efectivo.

* PEZO, D. Comunicación personal.

Ha sido bastante alta la cantidad de proteína cruda encontrada en las hojas y tallos tiernos. Sin embargo la materia aparentemente tiene dificultad para ser digerida por el ganado vacuno, debido a algún(os) factor(es) anticuagrativo(s) que limitan su degradación a nivel ruminal.

Aunque no se han analizado otros importantes nutrimentos, el porcentaje de nitrógeno que puede ser reciclado a través de la biomasa cosechada y la capacidad de nodulación que presenta la especie, son indicadores de su potencial para uso en fertilización orgánica.

Se recomienda que sean consideradas investigaciones adicionales que permitan concluir con más precisión sobre el uso de la especie como planta forrajera y como mejoradora de

En futuras investigaciones con la especie para el establecimiento de barreras vivas, parecería conveniente estudiar el uso de dos o más líneas de árboles a diferentes espaciamientos, pero no superiores a 1.0 metro de distancias.

5. LITERATURA CONSULTADA

1. AGUIRRE ASTE, V. Estudio de los suelos del área del Centro Tropical de Investigación y Enseñanza. Tesis Mg. Sc. Turrialba, Costa Rica, 1971, 129 p.
2. A.O.A.C. Official methods of analysis. 2a. ed. Association of official analytical chemist, Washington, D.C., 1970. 1015 p.
3. BATMAN, J.V. Nutrición animal. Manual de métodos analíticos. México, D.F., Herrero, 1970. 488 p.
4. CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA. Resumen de datos meteorológicos. Turrialba, Costa Rica, 1981. 2 p.
5. CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL. Annual Report: tropical pastures program. Cali, 1981. v. 2, pp. 10.1-19.19.
6. FREESE, F. Métodos estadísticos elementales para técnicos forestales. México, D.F., Publ. Art. Lito., 1970. 102 p.
7. HOLDRIDGE, L.R. y POVEDA, L.J. Árboles de Costa Rica. Centro Científico Tropical, San José, Costa Rica, 1975. 546 p.
8. KRISHNAMOORTHY, U. et. al. Nitrogen fractions in selected feeds tuffs. Paper submitted to Journal of Dairy Science, March, 1981. 22 p.
9. LUNDGREN, B. Research strategy for soils in agroforestry. In Proceedings of Expert Consultation on Soils Research in Agroforestry, Nairobi, Kenya, ICRAF, 1979. Ed. by H. O. Mongi and P.A. Huxley, Nairobi, Kenya, 1979. pp. 523-538.
10. MARTIN, F.W. and RUBERTE, R.M. Techniques and plants for the tropical subsistence farm. U.S. D.A., 1980. 56 p.
11. NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES. Firewood crops. Shrubs and tree species for energy production. National Academy Press, Washington, D.C., 1980. 237 p.
12. _____. Tropical legumes: Resources for the future, National Academy Press, Washington, D.C. 1979. 331 p.
13. ROLDAN PEREZ, G. Degradación ruminal de algunos forrajes proteicos en función del consumo de banano verde suplementario. Tesis Mg.Sc., CATIE, Turrialba, Costa Rica, 1981. 71 p.
14. TILLEY, J.M. and TERRY, K.A. A two stage technique for the *in vitro* digestion of forage crops. Journal of the British Grassland Society, 18 (2): 104-111, 1963.

15. TORRE VILLANUEVA, M.J. Utilización de forraje de yuca en la alimentación de terneros de lechería. Tesis Mg. Sc., CATIE, Turrialba, Costa Rica, 1982. 53 p.
16. UGALDE, A., L.A. Comportamiento inicial de *Acacia auriculiformis*, *Calliandra calothyrsus*, *Sesbania grandiflora*, *Albizia falcataria* y *Leucaena leucocephala* en dos sitios de Costa Rica. CATIE, Turrialba, Costa Rica. Informe Técnico 1982. 18 p. En imprenta.
17. U.S. DEPARTMENT OF STATE and U.S. AGENCY FOR INTERNATIONAL DEVELOPMENT. Proceedings of the U.S. strategy conference on tropical deforestation. Washington, D.C., 1978. 78 p.
18. VERGARA, N.T., et al. New directions in tropical agroforestry: the potential of legume trees. East-West Center, Honolulu, Hawaii, 1982. Borrador de libro. 128 p.

6. APENDICE

Cuadro 1. A. Algunas características químicas de los suelos en el sitio experimental.

BLOQUE	PROFUNDIDAD (cm)	pH	M.O.	N	P	Cu	Zn	Mn	K	Ca	Mg	Ac. Ex.
			%	%	Mg/ml de suelo				m.e.q/	100 ml	de suelo	
I	0-20	3.9	5.83	2.92	18.0	39.0	2.8	12.3	0.07	0.6	0.19	2.7
	20-40	3.9	4.22	2.11	11.5	36.3	2.8	10.8	0.05	0.6	0.16	2.9
II	0-20	4.1	5.03	2.52	12.5	38.0	3.6	15.6	0.09	1.2	0.32	2.3
	20-40	4.1	3.82	1.91	9.5	34.5	3.0	12.7	0.12	0.8	0.25	2.2
III	0-20	4.8	5.56	2.78	11.5	40.0	3.2	11.7	0.13	4.7	1.98	0.3
	20-40	4.3	4.02	2.01	10.0	34.8	2.5	5.6	0.04	0.9	0.65	1.8

Cuadro 2.A. Análisis de varianza para el efecto de los tratamientos en el crecimiento en altura a los 5 y 10 meses de edad de la plantación.

Fuente de variación	G.L.	CUADROS MEDIOS	
		5 meses	10 meses
Bloques	3	4.962,46	2.839,0
Tratamientos	2	445,36 n.s.	1.633,3*
	6	184,90	213,8

n.s. = no significativo

* significativo (0.05)

Cuadro 3. A. Análisis de varianza para el efecto de los tratamientos en la producción de biomasa cosechada a los 5 y 10 meses de edad de la plantación.

Fuente de variación	G.L.	CUADRADOS MEDIOS	
		5 meses	10 meses
Bloques	3	5,95	82,30
Tratamientos	2	5,89**	658,45 **
	6	0,28	26,01

** = Altamente significativo.