

PRODUCCION DE *Gliricidia sepium* (Matarratón) EN BANCOS DE ALTA DENSIDAD

¹Alexander Navas, ¹Herman Patiño, ²Julio Ernesto Vargas, ²Julián Estrada

RESUMEN

El trabajo tuvo como objetivo evaluar el establecimiento y la producción de bancos de proteína de *Gliricidia sepium* en altas densidades (40000 y 160000 plantas/ha) y usando para la propagación semillas o material vegetativo. Se utilizaron 8 tratamientos en donde se combinaron el material de propagación (semilla o estaca), la densidad (40000 o 160000 plantas/ha) y la siembra (almácigo o campo). Cada tratamiento contó con 3 replicas. La unidad experimental fue una parcela de 24 m² (6 m de largo por 4 m de ancho). El diseño estadístico utilizado fue de bloques completos al azar. Durante los primeros tres meses después de la siembra se midió la altura y el diámetro. A los 6, 9 y 12 meses de edad se realizó la cosecha del follaje y en cada ocasión se determinó el porcentaje de mortalidad, la producción de forraje verde y materia seca total y para cada fracción de la planta (hoja, pecíolo y tallo). Además, se determinaron los costos de establecimiento de cada tratamiento. El establecimiento de los bancos fue más exitoso utilizando semillas que estacas, especialmente las estacas (1 m) sembradas horizontalmente. Los bancos con densidades de 160000 plantas/ha tuvieron mayor producción durante la primera (45,3 kg/parcela) y la segunda cosecha (27,5 kg/parcela), pero al tercer corte la producción fue similar a la densidad de 40000 plantas/ha (20,1 y 16,1 kg/parcela respectivamente, $P \leq 0,409$). En general, la producción de hojas tuvo el mismo patrón de comportamiento. En el segundo corte se observó una defoliación de origen ambiental. Los bancos con altas densidades tuvieron un costo de producción, aproximadamente 2.5 veces mayor que no parece ser compensado por la alta producción de forraje que se presenta inicialmente. El tratamiento con menor costo de establecimiento fue el de semilla sexual sembrada directamente en el campo y en densidad de 40000 plantas/ha.

Palabras claves: Árboles y arbustos forrajeros, nutrición de rumiantes, banco de proteína, suplementación animal, densidades de siembra, establecimiento.

INTRODUCCION

Desde el punto de vista de la alimentación, la producción bovina que predomina en el país se caracteriza por el pastoreo de gramíneas en monocultivo, lo cual genera problemas tanto productivos como ambientales. Es común que las gramíneas del trópico bajo presenten muy bajos contenidos de proteína, particularmente en el período seco, por lo tanto para obtener adecuados niveles de producción es necesario recurrir a la suplementación alimenticia. También es

¹ MVZ Universidad de Caldas, ² MVZ, M Sc. Línea de Investigación Desarrollo de Sistemas Sostenibles de Alimentación Animal, Departamento de Sistemas de Producción, Universidad de Caldas, Manizales, CO.

común que la ganadería bajo pastoreo se ubique en áreas que no son aptas para dicha actividad, en consecuencia ésta contribuye a la degradación ambiental, principalmente favoreciendo procesos erosivos (IGAC 1988).

Ambos problemas se han tratado de solucionar a través de la implementación de sistemas silvopastoriles, los cuales integran los árboles forrajeros, principalmente leguminosas, a los sistemas de producción ganadera. Estos árboles tienen la capacidad de fijar nitrógeno, promover el reciclaje de nutrientes y mejorar las condiciones físicas y biológicas del suelo por la deposición de materia orgánica de alta calidad. Además producen forraje con 12 a 30% de proteína cruda, capaz de llenar el déficit proteico existente en la mayoría de los pastos tropicales (Blair *et al* 1990; Devedra 1992; Norton 1994).

Dentro de los árboles forrajeros, la *Gliricidia sepium* es una de las especies más utilizadas en sistemas de corte y acarreo, debido a su alta producción y calidad de forraje (Ademosun *et al* 1985; Atta- Krah Sumberg 1988; Pezo *et al* 1990; Rangkuti *et al* 1990; Mochiutti 1995). Además de los beneficios ambientales y productivos, ésta especie genera en sistemas de corte y acarreo ingresos netos superiores a las gramíneas puras (Murgueitio 1999).

Comúnmente, la densidad utilizada en el establecimiento de bancos de proteína de *Gliricidia sepium* es de 10000 plantas/ha, sin embargo, en bancos establecidos a densidades mucho mayores parece que la producción se puede aumentar en forma considerable. Palma (1997) utilizó densidades de hasta 125000 plantas/ha y aumentó la producción en 2.8, 3.8 y 12.6 veces más que en las densidades de 40000, 20000 y 10000 plantas/ha respectivamente, con mejores niveles de sobrevivencia para la mayor densidad.

El objetivo del trabajo fue evaluar el establecimiento y la producción de bancos de proteína de *Gliricidia sepium* en altas densidades (40000 y 160000 plantas/ha) usando para la propagación semillas o material vegetativo.

MATERIALES Y METODOS

Ubicación

El trabajo se realizó entre abril de 1999 y abril de 2000, en la Granja La Cruz (Universidad de Caldas), localizada a 05° 07' 35.0" de latitud norte y 075° 43' 19.8" de longitud oeste del meridiano de Greenwich, en la vereda Cambia, municipio de Anserma, Caldas, Colombia, a una altura de 1.053 msnm. La precipitación promedio anual es de 1.076 mm y la temperatura media anual es de 24° C.

Tratamientos

Los tratamientos estuvieron determinados por la interacción entre el tipo de material usado para la siembra y la densidad de siembra, de acuerdo a la siguiente tabla:

Tabla 1. Tratamientos de *Gliricidia sepium*

Tratamientos	Material vegetativo y tipo de siembra	Densidad (plantas/ha)
1. Semilla Campo (40) 2. Semilla Campo (160)	Semilla sexual en campo (2/sitio) sembrada a una profundidad de 0,01 m	40000 160000
3. Estaca Campo (40) 4. Estaca Campo (160)	Estaca acostada (1 m) sembrada a chorro directamente en campo a una profundidad de 0,1 m	40000 160000
5. Semilla Almacigo (40) 6. Semilla Almacigo (160)	Semilla sexual escarificada sembrada en almacigo	40000 160000
7. Estaca Almacigo (40) 8. Estaca Almacigo (160)	Estaca en almacigo (largo 50 cm, diámetro 20 a 30 cm), inoculada con Rhizobium	40000 160000

Las estacas utilizadas en los tratamientos 3 y 4 se prepararon para la siembra eliminándoles, longitudinalmente, una franja de corteza y se inocularon con *rhizobium* (70 g de inóculo en 5 l de agua y 200 ml de goma arábica). Inmediatamente antes de la siembra, en los surcos se aplicó Micorrhiza (60 g/m y 120 g/m en las densidades 40000/ha y 160000/ha respectivamente)

Las semillas se inocularon con *rhizobium* (50 g/kg de semilla y 200 ml de goma arábica) y se sembraron (2/sitio) a una profundidad de 0,01 m. En el fondo del hueco preparado para la siembra directa se colocaron 30g de Mycorrhiza. El porcentaje de germinación de las semillas fue 99%. Para los almacigos se usó una bolsa plástica de 5 x 7 pulgadas.

A los 90 días post siembra se realizó una fertilización con gallinaza (115 g/árbol).

Diseño experimental y análisis estadístico

Se empleó un diseño de bloques completamente al azar con estructura factorial 2 x 4 (dos densidades de siembra y cuatro prácticas de propagación) y con tres repeticiones por tratamiento. La variable que se bloqueó fue la pendiente del lote.

Cada unidad experimental contó con área de 24 m² (parcelas de 6 m x 4 m). Entre unidades experimentales hubo un callejón de separación de 2 m de ancho.

Mediciones

Con intervalos de aproximadamente 3 meses, se realizaron 3 evaluaciones que correspondieron a 3 cosechas de forraje. El primer corte se realizó 6 meses

después de la siembra. La altura de corte fue de 80 cm. En cada ocasión se realizaron las siguientes mediciones :

-Altura y diámetro basal: se determinaron mensualmente y durante los tres primeros meses en un 20% de las plantas de cada parcela. El diámetro basal se midió en plantas por semilla a una altura de 20 cm y en material vegetativo en uno de sus rebrotes.

-Producción de forraje verde y materia seca: para determinar la producción de forraje verde se pesó la totalidad de forraje de cada parcela. La materia seca se determinó secando hasta peso constante una muestra de 200 g.

-Producción de hojas, pecíolo y tallos: en cada parcela se seleccionaron al azar 10 plantas, en las cuales se determinó la proporción de hojas, pecíolos y tallos tanto en base fresca como en base seca. La materia seca se determinó secando hasta peso constante una muestra de 200 g por cada una de las fracciones.

-Mortalidad (%): se determinó mediante la diferencia entre el número de plantas sembradas y el número de plantas presentes en cada corte.

-Costo de establecimiento: Se registró el costo de cada una de las actividades realizadas, con base en esta información se determinó el costo total del establecimiento de cada tratamiento.

Análisis estadístico: Para cada uno de los cortes se hizo un análisis de variancia

RESULTADOS Y DISCUSION

Los tratamientos 3 y 4, en donde se realizó el establecimiento a partir de estacas acostadas (1 m largo) y sembradas directamente en el campo, no se incluyeron en el análisis debido a que el prendimiento de las estacas fue inferior al 10%.

-Altura y diámetro basal

En la tabla 2 se observa que no hay diferencias significativas en la altura de las plantas durante los 2 primeros meses, pero si se observa un mayor crecimiento en

el tercer mes, lo cual sugiere que el mayor desarrollo de la planta se da después de los 60 días de edad. Con relación al diámetro basal no se encontraron diferencias significativas durante los 3 primeros meses.

Tabla 2. Altura y diámetro basal de *Gliricidia sepium*

Tratamiento	Edad (meses)					
	1	2	3	1	2	3
	Altura (cm)			Diámetro basal (cm)		
1. Semilla Campo (40)	23	24	47	1.1	1.2	1.7
2. Semilla Campo (160)	24	25	52	1.2	1.2	1.7
3. Estaca Campo (40)	23	32	48	0.9	1.2	1.7
4. Estaca Campo (160)	25	26	49	0.9	1.3	1.7
5. Semilla Almacigo (40)	22*	24	36	0,6*	1.0	1.6
6. Semilla Almacigo (160)	22*	23	43	0,6*	1.1	1.7
7. Estaca Almacigo (40)	30*	32	50	1,2*	1.7	1.7
8. Estaca Almacigo (160)	30*	32	51	1,2*	1.7	1.7

* Al primer muestreo las plantas se encontraban en almacigo.

-Producción de forraje verde y materia seca

En términos generales, la producción de forraje fue superior en el primer corte que en los cortes posteriores (tabla 3). Lo cual está de acuerdo con lo expuesto por Gómez *et al* (1995), quienes encontraron que la producción de *Gliricidia sepium* es mayor al primer corte que en los cortes siguientes. La producción de forraje verde en las parcelas establecidas a partir de semilla, fue significativamente mayor en los tratamientos con densidad de 160000 plantas/ha (52,5 y 24,5 kg).

En el segundo corte se observa una disminución en la producción de forraje verde, la cual se debió en parte a una fuerte defoliación de origen medio-ambiental, que afectó tanto a los árboles adultos de la zona como a los del ensayo (con solo tres meses de recuperación); Whiteman *et al* (1986) observaron que los árboles de *Gliricidia sepium* pierden las hojas cuando la temperatura nocturna desciende por debajo de 15° C. En este corte la producción de las parcelas establecidas a partir de semillas en una densidad de 160000 plantas/ha es mayor en la densidad de 40000 plantas/ha (27,8 vs 16,25 kg/parcela), lo mismo ocurre con las parcelas establecidas a partir de estacas (26,9 vs 17,6 kg/parcela), sin embargo, la magnitud de la diferencia a favor de la alta densidad es mucho menor que en el primer corte.

En el tercer corte la producción forraje es inferior al segundo corte. En este corte desaparece la diferencia en producción de forraje (verde y seco) entre densidades (160000 y 40000 plantas/ha) para las parcelas establecidas a partir de semilla. Parte de la disminución puede ser atribuida a la mayor mortalidad que se presenta en la mayor densidad.

Tabla 3. Producción de forraje verde (FV) y materia seca (MS) (kg/parcela/corte), y mortalidad (%) de *Gliricidia sepium*

Tratamientos	Corte								
	1			2			3		
	FV	MS	Mortalidad	FV	MS	Mortalidad	FV	MS	Mortalidad
1. Semilla campo (40)	30	-	0	20.2	6.3	0.0	16.5	3.9	1.2
2. Semilla campo (160)	51	-	7	26.1	7.5	15.6	21.2	4.7	25.1
5. Semilla almácigo (40)	19	-	0	12.3	3.7	7.1	13.6	2.8	0.0
6. Semilla almácigo (160)	54	-	17	29.6	8.7	14.3	19.4	3.9	22.0
7. Estaca almácigo (40)	-	-	-	17.6	5.4	27.9	18.2	3.9	15.5
8. Estaca almácigo (160)	31	-	31	26.9	8.8	33.0	19.7	4.4	42.8
P _±	0.001	-	0.036	0.01	0.008	0.046	0.409	0.389	0.037
ES _±	4,32	-	5,97	2,91	0,86	6,95	2,58	0,61	8,67

La tendencia general que muestran los datos es que a través de los cortes disminuye la producción, haciéndose cada vez menor la diferencia entre la densidad de 160000 plantas/ha y 40000 plantas/ha, esto corresponde con lo encontrado por Gómez *et al* (1995), quienes evaluaron a lo largo de varios años densidades de siembra de 10000 y 40000 plantas/ha y encontraron que inicialmente la producción es mayor en la densidad de 40000 plantas/ha, sin embargo, esta densidad genera mayor competencia entre las plantas lo cual se traduce con el tiempo en una disminución significativa de la producción de forraje sin justificar económica y técnicamente el uso de dicha densidad. Esto contrasta con lo encontrado por Palma (1997) el cual registra que con alta densidad (125000 plantas/ha) el aumento de producción es de 2.8, 3.8 y 12.6 veces más que con densidades de 40000, 20000 y 10000 plantas/ha, respectivamente, pero con una duración total del trabajo de tan solo 5 meses.

De otro lado, las labores de manejo como (cosecha, fertilización, control de malezas, etc.) en bancos de *Gliricidia sepium* a altas densidades (160000 plantas/ha) se dificultan y son un peligro para los trabajadores debido al estrecho margen de acción.

-Mortalidad (%)

En la tabla 3 se puede ver como el material vegetativo presenta mayor porcentaje de mortalidad en relación a la semilla, esto corresponde con lo encontrado en evaluaciones realizadas en la granja El Hatico donde encontraron perdidas de 30 al 40% en parcelas establecidas con material vegetativo; mientras que las perdidas con semilla sexual no superaron el 10% (Gómez *et al* 1995). Además, se observa mayor pérdida de plantas en las parcelas establecidas por semilla a densidades de 160000 plantas/ha que en las de 40000 plantas/ha, similar a lo señalado por Gómez *et al* (1995) donde el material por semilla a altas densidades (40000 plantas/ha) presenta mayor mortalidad que a densidades menores (10000 plantas/ha). Estos resultados contrastan con los encontrados por Palma (1997) que encontró mayor sobrevivencia en densidades de 125000 plantas/ha, sin que existieran grandes diferencias con los tratamientos de menor densidad (40000, 20000 y 10000 plantas/ha).

-Producción de hojas, pecíolos y tallos

En la tabla 4 se observa que solamente en el segundo corte la producción de hojas fue inferior a la producción de tallos, lo cual como se mencionó anteriormente se debió a una defoliación de origen medioambiental.

Tabla 4. Producción en base fresca de hojas, pecíolos y tallos (kg/parcela/corte) de *Gliricidia sepium*

Tratamientos	Corte								
	1			2			3		
	Hojas	Pecíolos	Tallos	Hojas	Pecíolos	Tallos	Hojas	Pecíolos	Tallos
1. Semilla campo (40)	13.7	6.6	10.5	7.4	2.1	10.7	7.7	1.6	7.2
2. Semilla campo (160)	20.8	11.2	19.1	9.1	2.6	14.3	9.6	1.9	9.7
5. Semilla almácigo (40)	10.5	4.3	4.5	5.5	1.5	5.4	6.6	1.6	5.5
6. Semilla almácigo (160)	24.9	13.4	15.6	12.1	3.5	14	8.9	2.1	8.4
7. Estaca almácigo (40)	-	-	-	7.2	1.7	8.8	8.5	1.8	7.9
8. Estaca Almácigo (160)	17.5	5.4	8.8	11.1	2.8	12.9	9.4	2,0	8.2
P _≤	0,001	0,01	0,004	0,009	0,001	0,038	0,459	0,794	0,321
ES _±	1,31	1,51	1,94	1,1	0,24	1,88	1,16	0,30	1,22

Al igual que en el caso de la producción total fresca, solo en los dos primeros cortes se observan diferencias estadísticas en la producción de hojas ($P \leq 0,001$ y $P \leq 0.009$, respectivamente), mientras que en el 3 corte estas diferencias desaparecen ($P \leq 0.459$), debido a la disminución de la producción en las densidades 160000 plantas/ha.

La tabla 5 muestra la producción de materia seca para los 2 últimos cortes, aquí la producción en el 3 corte no muestra diferencias estadísticas entre los tratamientos de las 2 densidades.

Tabla 5. Producción en base seca de hojas, pecíolos y tallos (kg/parcela/corte) de *Gliricidia sepium*

Tratamientos	Corte					
	2			3		
	Hojas	Pecíolos	Tallos	Hojas	Pecíolos	Tallos
1. Semilla Campo (40)	2.4	0.5	3.4	1.9	0.4	1.5
2. Semilla Campo (160)	2.6	0.5	4.3	2.3	0.4	2
5. Semilla Almácigo (40)	1.5	0.4	1.8	1.4	0.3	1
6. Semilla Almácigo(160)	3.4	0.7	4.6	2,0	0.4	1.5
7. Estaca Almácigo (40)	2,0	0.3	3	1.9	0.3	1.7
8. Estaca Almácigo (160)	3.6	0.7	4.5	2.3	0.5	1.5
P _≤	0,004	0,012	0,023	0,45	0,536	0,306
ES _±	0,32	0,07	0,54	0,32	0,08	0,25

Análisis económico

La tabla 6 muestra las actividades que se realizaron en el establecimiento de los tratamientos de *Gliricidia sepium* discriminando los costos de cada actividad y el costo total. Los tratamientos de menor densidad (40000 plantas/ha) presentan

menor costo, destacándose el tratamiento semilla sexual directa a 40000 plantas/ha como el de más bajo costo de establecimiento, mientras que los tratamientos de la densidad (160000 plantas/ha) presentan los costos mayores. Esto concuerda con lo registrado por Gómez *et al* (1995), la alta producción inicial de los bancos de proteína de *Gliricidia sepium* sembrados a altas densidades (40000 plantas/ha) no justifican los costos de establecimiento ya que la producción disminuye hasta alcanzar producciones similares a la de bancos a menores densidades (10000 plantas/ha).

Tabla 6. Costos de establecimiento* de *Gliricidia sepium* en altas densidades

Tratamiento	Adecuación Terreno	Inóculo	Goma	Myco-rrhiza	Siembra	Mante-nimiento	Almá-cigo	Semilla	Total
1. Semilla Campo (40)	3505	214	14	807	2188	8487	-	3167	18382
2. Semilla Campo (160)	10466	777	49	2932	5363	8487	-	11505	39580
3. Estaca Campo (40)	5101	727	33	745	10181	8487	-	-	25274
4. Estaca Campo (160)	8870	1373	62	2815	19232	8487	-	-	40839
5. Semilla Almácigo (40)	860	348	22	807	5231	8487	2244	5161	23162
6. Semilla Almácigo (160)	860	911	58	2932	19000	8487	8152	13499	53901
7. Estaca Almácigo (40)	860	453	20	807	13847	8487	949	-	25425
8. Estaca Almácigo (160)	860	1647	74	2932	32631	8487	3448	-	50080

*Costo de establecimiento por parcela (24 m²). Debe tenerse en consideración que dadas las condiciones experimentales no se puede extrapolar ésta información a la situación comercial.

CONCLUSIONES

Los bancos de proteína con altas densidades de siembra (160000 plantas/ha) tuvieron inicialmente una mayor producción de forraje verde y de materia seca por unidad de superficie que la densidad de 40000 plantas/ha, sin embargo, la ventaja en producción disminuye a través de los cortes y en el tercer corte el nivel de producción es similar para las dos densidades.

El establecimiento de bancos de proteína de *Gliricidia sepium* con material vegetativo fue menos exitoso que con semilla, esto debido al bajo prendimiento de las estacas, especialmente en el caso de estaca acostada, y a la alta mortalidad de las estacas en almácigo, sin embargo, aunque el establecimiento a partir de semillas en altas densidades es bastante efectivo, la mortalidad aumenta considerablemente con la edad.

Los costos de establecimiento de los bancos de proteína de *Gliricidia sepium* en densidad de 160000 plantas/ha son 2,5 veces mayores que los costos de las densidades de 40000 plantas/ha, el mayor costo no se ve compensado por el nivel de producción. Además, las labores de mantenimiento y cosecha del follaje en los bancos de alta densidad (160000 plantas/ha) se hacen muy difíciles.

BIBLIOGRAFIA

- Ademosun, AA; Jansen, HJ; Van Houtert, V. 1985. Goat management research at the University of Ife. In Sheep and goats in Humid West Africa. Ed. by Sumberg, JE. y Cassadry, K. Addis Ababa, Ethiopia, ILCA. p. 34-37.
- Atta-Krah, AN; Sumberg, JE. 1988. Studies with *Gliricidia sepium* for crop/livestock production systems in West Africa. *Agroforestry Systems* 6 (2): 97-118.
- Blair, G; Catchpoole, D; Horne, P. 1990. Forage tree legumes, their management and contribution to the nitrogen economy of wet and humid tropical environments. *Advances in Agronomy* (EE.UU.). 44: 27-54.
- Devendra, C. 1992. Nutritional potential of fodder trees and shrubs as protein sources in ruminant nutrition. In Legume trees and other fodder trees as protein sources for livestock. Ed. By A. Speedy y P.C. Pugliese. Roma, Italia, FAO. p. 95-113.
- Gómez, ME; Rodríguez, L; Murgueitio, E; Ríos, C; Molina, CH; Molina CH; Molina, E; Molina, JP; 1995. Árboles y Arbustos Forrajeros Utilizados en Alimentación Animal como Fuente Proteica. Cali, CO. CIPAV. p. 14-66.
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC). 1988. Suelos y Bosques de Colombia. Santafé de Bogotá, CO.
- Mochiutti, S. 1995. Comportamiento agronómico y calidad nutritiva de *Gliricidia sepium* (Jacq.) Walp. Bajo defoliación manual y pastoreo en el trópico seco. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE. 144 p.
- Murgueitio, E. 1999. Sistemas Agroforestales para la Producción Ganadera en Colombia. EN: Memorias del Primer Congreso Latinoamericano de Agroforestería para la Producción Animal Sostenible. Cali, Colombia.
- Norton, BW. 1994. Tree legumes as dietary supplements for ruminants. In Forage tree legumes in tropical agriculture. Ed. by R.C Gutteridge, H.M Shelton. Wallingford, G.B. CAB International. p. 192-201.
- Palma, JM. 1997. Establecimiento de *Gliricidia sepium* en el trópico seco con alta densidad de siembra. *Archivo Latinoamericano de Producción Animal* 5 (Supl. 1).
- Pezo, D; Kass, M; Benavides, J; Romero, F; Chaves, C. 1990. Potential of legume tree fodders as animal feed in Central America. In Shrubs and tree fodders for farm animal. Ed. by Devendra, C; Ottawa, Can. IDRC. p. 163-175.
- Whiteman, PC; Oka, GM; Marmim, S; Gutteridge, RC. 1986. Studies on germination, growth and winter survival of *Gliricidia maculata* in south-eastern Queensland. *The International tree crops journal* 3 (3): 245-255.