

Potencial forrajero y producción de semillas de accesiones de *Calopogonium mucunoides* preseleccionadas en el Cerrado brasileño

E. A. Pizarro, A. K. B. Ramos y M. A. Carvalho*

Introducción

Calopogonium mucunoides Desv. es la leguminosa más común entre los productores y semillistas en Brasil, siendo, actualmente, la de mayor comercialización (600 a 800 t/año de semilla) entre las especies de leguminosas forrajeras tropicales. En 1996 se introdujeron en el Cerrado de Brasil para evaluación agronómica 215 accesiones de *C. mucunoides* (Pizarro y Carvalho, 1996). De éstas se seleccionaron 15 por su calidad, resistencia a la sequía y producción de materia seca (MS) y semillas, después de 3 años de evaluación.

Materiales y métodos

Localización y características de clima y suelo. El experimento se estableció en el Colegio Agrícola de Brasília (CAB), localizado en Planaltina, DF, Brasil, a 15° 35' de latitud sur, 47° 42' de longitud oeste y 1000 m.s.n.m. La temperatura media anual es de 21.9 °C y la precipitación media anual es de 1540 mm distribuida entre noviembre y marzo.

El suelo en el área experimental es un Oxisol (Latossolo Vermelho-amarelo) con un pH de 5.0, 0.9 ppm de P (Mehlich), y 1.06, 0.28 y 0.27 meq/100 g de Ca, Mg, y K, respectivamente.

Antes de la siembra se aplicaron a voleo e incorporaron en el suelo 300 kg/ha de calcáreo (PRNT 100%) para elevar la saturación de bases al 25%, 60 kg/ha de P y 20 kg/ha de elementos menores (FTE-BR12).

Tratamientos y manejo del ensayo. Los tratamientos consistieron en 15 accesiones de *C. mucunoides* (Cuadro 1), preseleccionadas previamente en

EMBRAPA-CPAC de una colección de 215 accesiones provenientes de la Unidad de Recursos Genéticos del CIAT, las cuales se sembraron el 9 de diciembre de 1991 y se evaluaron hasta junio de 1994. Para la siembra, la semilla fue escarificada mecánicamente, no se inoculó y se sembró a una densidad de 3 kg/ha de semilla pura. Las parcelas de 12.5 m² consistieron en 4 hileras/parcela separadas 0.5 m.

Mediciones y diseño experimental. El porcentaje de cobertura se determinó a las 4, 8, 15 y 30 semanas después de la siembra y a las 6, 9, 12 y 29 semanas durante el segundo período lluvioso. Las producciones de materia seca total (MS), materia verde seca (MVS) y materia seca muerta (MSM) se midieron en la mitad del primer período seco; además, la producción de MS se midió nuevamente al final del segundo y del tercer año de crecimiento acumulado. Para estas mediciones se utilizó un marco de 1 m² en dos sitios al azar en cada parcela.

La producción de semilla durante el primer año se midió en el área total de cada parcela, recolectando y procesando la semilla en vainas y la presente en el suelo. En esta labor se recolectó el máximo posible de semilla, con el objetivo de estimar el potencial de producción, reducir la resiembra natural y estimar, a la vez, la vida útil de las plantas originales. El diseño experimental utilizado fue de bloques al azar con tres repeticiones.

Resultados y discusión

Cobertura del suelo. El porcentaje de cobertura del suelo a las 4, 8 y 15 semanas fue similar ($P > 0.05$) entre las accesiones evaluadas, siendo los promedios de 10%, 33% y 84% en cada una de estas edades, respectivamente. A las 30 semanas, el 87% de las accesiones cubrieron 100% de las parcelas, excepto *C. mucunoides* CIAT 18107 y 20709, que cubrieron 72% y 63% del área, respectivamente.

* Agrónomos del Proyecto Colaborativo EMBRAPA/CPAC-CIAT, Planaltina, DF, Brasil.

Cuadro 1. Porcentaje de cobertura del suelo por accesiones de *Calopogonium mucunoides* durante el segundo período lluvioso. Planaltina-DF, Brasil. 1992-1993.

C. <i>mucunoides</i> no. CIAT	Semanas después del corte de uniformización*			
	6	9	12	29
	Precipitación acumulada entre períodos (mm)			
	444	137	155	502
822	87 a**	87 a	92 a	100 a
884	59 bc	58 a	79 ab	97 ab
887	38 de	63 b	70 b	97 ab
7722	62 bc	75 ab	81 ab	97 ab
8404	55 cd	68 ab	78 ab	100 a
8405	63 bc	68 ab	82 ab	97 ab
8513	44 cde	64 b	75 ab	98 a
9111	66 b	75 ab	88 ab	100 a
9450	25 ef	35 c	45 c	88 b
18065	51 bcd	62 b	77 ab	95 ab
18107	3 g	8 d	10 d	NP***
18564	57 bcd	63 b	80 ab	97 ab
19519	64 bc	70 ab	85 ab	98 a
20676	53 bcd	55 b	73 ab	100 a
20709	18 fg	11 d	10 d	37 c
Promedio	50	58	68	93
D.E.	21	22	26	16

* Corte de uniformización = 20 de octubre, 1992.

** Valores en una misma columna seguidos por letras iguales no difieren en forma significativa ($P < 0.05$), según la prueba de Duncan.

*** No persistió.

Durante el segundo período lluvioso, el porcentaje de cobertura del suelo fue diferente ($P < 0.05$) entre las accesiones evaluadas a 6, 9, 12 y 29 semanas después del corte de uniformización (Cuadro 1). Aunque a las 29 semanas, las diferencias en cobertura fueron pequeñas, con excepción de *C. mucunoides* CIAT 18107 que no persistió y de *C. mucunoides* CIAT 20709 que apenas cubría el 37% del área.

Producción de MS. La producción de MS total después de 219 días de crecimiento y 1212 mm de precipitación acumulada, osciló entre 2 y 8 t/ha (Cuadro 2). Fue mayor ($P < 0.05$) en las accesiones de floración tardía (> 150 días) *C. mucunoides* CIAT 822 y 884 y menor ($P < 0.05$) en las accesiones de floración temprana (entre 80 y 100 días) como *C. mucunoides* CIAT 8513 que produjo 5 t/ha. Los resultados anteriores son más evidentes cuando se considera la producción de MVS como parámetro de comparación; el forraje verde acumulado y disponible fue de 5 t/ha para *C. mucunoides* CIAT 822 (tardío) y entre 0.1 a 1 t/ha para las accesiones de ciclo intermedio y tempranas o precoces como *C. mucunoides* CIAT 18107 y 8513, respectivamente.

El porcentaje de hojas verdes en la mitad del primer período seco osciló entre 7% para *C. mucunoides* CIAT 18107) y 64% para *C. mucunoides* CIAT 822 (Cuadro 2).

El promedio de la producción de MS total de las 15 accesiones se redujo de 6 a 3 t/ha entre el primero y segundo año, y de 3 a 1 t/ha entre este último y el tercer año de evaluación (Cuadro 2). A pesar de esta drástica reducción en producción a través del tiempo, los valores estimados, especialmente en el primer año, son tan variables como los reportados en la literatura (Cuadro 3). Es necesario señalar que *C. mucunoides*, a pesar de ser considerada por varios investigadores como una leguminosa de ciclo perenne (Davis y Hutton, 1975), en el ecosistema Cerrado su comportamiento agronómico es semejante al de una leguminosa de ciclo anual o bianual, dependiendo de las condiciones climáticas predominantes durante el período seco (Otero, 1961).

En este ecosistema, para el éxito en el establecimiento de germoplasma de *C. mucunoides* es necesario, primero, realizar la siembra al inicio del período lluvioso y, segundo, permitir que cada año o

Cuadro 2. Producción de MS acumulada a través del tiempo y componentes de producción en la mitad del primer período de mínima precipitación y MS total en el segundo y tercer año de evaluación de accesiones *Calopogonium mucunoides*. Planaltina, DF, Brasil.

C. mucunoides no. CIAT	Julio 1992 1212 mm*				Mayo 1993 1426 mm*	Junio 1994 1267 mm*
	MVS	MSM	MS total	MVS	MS total	MS total
		(t/ha)		(%)		(t/ha)
822	5.1 a**	2.9 cd	8.0 a	64	3.7 a	0.2 bc
884	1.9 cd	4.7 ab	6.6 abcd	29	3.8 a	1.3 abc
887	1.4 de	4.9 a	6.3 bcd	21	3.4 a	0.9 abc
7722	1.3 de	4.8 ab	6.1 bcd	21	2.8 ab	1.5 ab
8404	1.0 def	5.1 a	6.1 bcd	17	3.5 a	1.7 a
8405	1.0 def	5.0 a	6.0 bcd	17	3.3 a	1.8 a
8513	0.9 def	4.4 ab	5.3 d	17	3.5 a	1.9 a
9111	1.9 cd	3.8 abc	5.7 cd	32	3.3 a	1.5 ab
9450	3.1 b	3.5 bc	6.6 abcd	47	1.1 c	0.5 abc
18065	1.6 cde	4.1 abc	5.7 dc	27	1.9 bc	0.8 abc
18107	0.1 f	2.2 de	2.3 e	7	NP***	NP
18654	0.6 ef	4.8 ab	5.4 d	11	2.8 ab	1.4 abc
19519	2.5 bc	4.5 ab	7.0 abc	37	2.8 ab	1.8 a
20676	3.1 b	4.3 ab	7.4 ab	41	2.5 ab	0.8 abc
20709	0.6 ef	1.4 e	2.0 e	30	—	0.05 c
Promedio	1.7	4.0	5.8	28	3.3	1.2
D.E.	1.3	1.1	1.6	15	0.8	0.6

* Precipitación acumulada entre períodos de evaluación.

** Valores en una misma columna seguidos por letras iguales no difieren en forma significativa ($P < 0.05$), según prueba de Duncan.

*** No persistió.

Las parcelas cosechadas en mayo de 1993 y junio de 1994 se cortaron uniformemente en octubre de 1992 y 1993, respectivamente.

Cuadro 3. Producción de MS en *Calopogonium mucunoides* en varias localidades de América tropical, RIEPT 1982-1985.

Autor	Prec. (mm)	Producción (MS, kg/ha)				Latitud	Longitud	(m.s.n.m.)
		3	6	9	12			
Gonçalves y Oliveira, 1992		180	60	420	570	8° 45' S	63° 51' O	—
		0	0	0	0			
Saavedra, 1983		617	850	958	671	16° 50' S	64° 20' O	—
		232	380	703	570			
Giraldo, et al., 1983	243	36	0	0	0	8° 5' N	76° 12' O	—
	914	0	0	0	0			
	147	0	0	0	0			
Correa et al., 1983		108	1076	1973	2229	22° 1' S	47° 53' O	—
Pereira y Moreno, 1979		172	295	963	1069	16° 23' S	39° 10' O	—
		62	205	926	1289			
Orozco, 1983		136	110	556	1125	0° 30' N	76° 30' O	384
Prado, 1983	369	—	340	1171	995	9° 22' S	83° 42' O	—
	950	20	60	—	370			
	938	0	0	0	257			
Freire, 1983		2025	1675	3152	3493	4° 9' S	69° 57' O	84
Muñoz, 1983		1378	1545	2908	3341	0° 21' S	76° 52' O	245
Castro y Cruz, 1983		120	190	243	—	12° 10' N	84° 19' O	30
		186	183	286	823			
Suárez y Chavarro, 1985		2993	2822	5188	5915	4° 58' N	75° 36' O	—

FUENTE: RIEPT (Pizarro, 1985).

cada 2 años el cultivo florezca y fructifique. La resiembra natural de *C. mucunoides* es fácil y eficiente, tal como lo muestran los resultados de este experimento (Cuadro 2); así, cuando a las accesiones productivas como *C. mucunoides* CIAT 822 no se les permite la resiembra natural, como en el presente caso, su producción cae a través del tiempo —8, 4 y 0.2 t/ha para el primero, segundo y tercer año, respectivamente— debido a que las plantas madres tienen ciclo anual o bianual y no perenne como algunos autores lo consideran.

Producción de semillas. La producción de semilla en las accesiones evaluadas varió entre 118 y 860 kg/ha (Cuadro 4). Las accesiones de floración temprana produjeron más semilla ($P < 0.05$) que las tardías y que algunas intermedias. Por ejemplo, *C. mucunoides* CIAT 822, que presentó las mayores producciones de MS total, MVS y porcentaje de hojas verdes en la mitad del primer período seco, fue la accesión de menor producción de semillas (118 kg/ha). Es posible, que en aquellas áreas con 6 meses de lluvia, la producción comercial de semilla no sea atractiva con las accesiones de ciclo tardío, pero sí lo es para el productor rural. La mayor producción total de MVS a

mediados del período seco, la posibilidad de una reserva de heno en pie que permite mayor aceptabilidad y consumo (McSweeney y Wesley-Smith, 1986) y una producción de semilla de 118 kg/ha (40 veces superior a la densidad de siembra) garantizan la resiembra natural de esta especie.

Conclusión

Los resultados presentados por McSweeney y Wesley-Smith, 1986; Otero, 1961; Pizarro y Carvalho, 1996 y Seiffert y Zimmer, 1988, y los obtenidos en el presente trabajo confirman la utilidad de *C. mucunoides* por su tolerancia a la sequía, potencial de uso como abono verde, cultivo de cobertura y su utilización como forraje diferido o henificado para períodos críticos.

Las accesiones *C. mucunoides* CIAT 822, 884, 887, 7722, 8404, 9111, 9450, 18065, 19519 y 20676 se destacan por el mantenimiento de un porcentaje aceptable de hojas verdes hasta mediados del período seco, una producción de MS superior a 5 t/ha por año, resiembra natural por su alta producción y calidad de semilla.

Summary

In 1996, 215 accessions of *Calopogonium mucunoides* were introduced in the Brazilian Cerrados for agronomic evaluation. After 3 years of evaluation, 15 accessions were selected for their quality, resistance to drought, and dry matter (DM) and seed production. These accessions were subsequently evaluated in an Oxisol of the Agricultural College of Brasilia, which is located in Planaltina, DF, at 15° 35' S, 47° 42' W, and 1,000 m.a.s.l. Average annual temperature is 21.9 °C, and average annual precipitation is 1,540 mm, distributed between November and March. Before seeding, 300 kg/ha of lime (PRNT 100%) were broadcasted and incorporated into the soil to increase base saturation to 25%; 60 kg/ha of P and 20 kg/ha of trace elements (FTE-BR12) were also applied. Noninoculated seed was mechanically scarified for planting, at 3 kg/ha of pure seed. Plots were 12.5 m² and consisted of 4 rows/plot, spaced at 0.5 m.

The percentage of mulch was determined at 4, 8, 15, and 30 weeks after planting, and at 6, 9, 12, and 29 weeks during the second rainy period. Total DM production, dry green matter (DGM), and dry dead matter (DDM) were measured in the middle of the first dry period, and DM production was again measured at the end of the second and third years of accumulated growth.

Cuadro 4. Ciclo de floración y producción de semilla de 15 accesiones de *Calopogonium mucunoides*, Planaltina, DF, Brasil.

<i>C. mucunoides</i> no. CIAT	Ciclo de floración*	Semilla pura (kg/ha)
7722	P	857 a**
8513	P	808 ab
18564	I	641 abc
18065	I	630 abc
8405	I	622 abc
887	I	552 bcd
8404	I	546 bcd
9111	I	492 cde
884	T	403 cdef
9450	I	361 cdef
19519	I	360 cdef
20676	I	285 def
20709	I	210 ef
18107	I	203 ef
822	T	118 f
Promedio		472
D.E.		220

* P = precoz (80-100 días para iniciar floración); I = intermedio (100-150 días para iniciar floración); T = tardío (> 150 días para iniciar floración).

** Valores en una misma columna seguidos por letras iguales no difieren en forma significativa ($P < 0.05$), según la prueba de Duncan.

Seed production during the first year was measured in the total area of each plot, and the seeds in pods and on the ground were collected and processed. The maximum amount possible of seed was collected to estimate production potential, minimize as much as possible natural replanting, and also estimate the useful life of original plants. A randomized experiment design was used with three replications.

The percentage of soil mulch of the assessed accessions was similar ($P > 0.05$) at 4 (10%), 8 (33%), and 15 (84%) weeks. At 30 weeks, 87% of the accessions covered 100% of the plots, except *C. mucunoides* CIAT 18107 and 20709, which covered 72% and 63% of the area, respectively.

During the second rainy period, the percentage of soil mulch differed ($P < 0.05$) at 6, 9, 12, and 29 weeks after the accessions were cut for uniformity (Table 1). At 29 weeks, however, the differences in mulch were small, except for *C. mucunoides* CIAT 18107 that did not persist and for *C. mucunoides* CIAT 20709 that barely covered 37% of the area.

Total DM production after 219 days of growth and 1,212 mm of accumulated precipitation, ranged between 2 and 8 t/ha, being higher ($P < 0.05$) in the late-flowering (> 150 days) accessions *C. mucunoides* CIAT 822 and 884 and lower ($P < 0.05$) in the early-flowering (between 80 and 100 days) accessions, such as *C. mucunoides* CIAT 8513 that yielded 5 t/ha.

Average total DM production of the 15 accessions decreased from 6 t/ha to 3 t/ha between the first and second years, and from 3 t/ha to 1 t/ha between the second and third years of evaluation. The agronomic performance of *C. mucunoides* in the Cerrados ecosystem, despite being considered as a perennial legume, is similar to that of an annual or biennial legume, depending on the climatic conditions prevalent during the dry period.

Seed production in evaluated accessions ranged between 118 and 860 kg/ha (Table 4). Early-flowering

accessions produced more seed ($P < 0.05$) than late-flowering accessions and several intermediate-flowering ones.

Results obtained in the present study confirm the usefulness of *C. mucunoides* because of its tolerance to drought and its potential use as green manure, cover crop, or differed forage or hay for critical periods. *Calopogonium mucunoides* accessions CIAT 822, 884, 887, 7722, 8404, 9111, 9450, 18065, 19519, and 20676 maintain an acceptable percentage of green leaves until the middle of the dry period, their annual DM production is higher than 5 t/ha, and they present natural resowing because of their high seed production and quality.

Referencias

- Davis, J. G. y Hutton, E. M. 1975. Tropical and sub-tropical pasture species. En: Moore, R. M. (ed.). Australian Grasslands. Canberra University Press, Australia. 445 p.
- McSweeney, C. R. y Wesley-Smith, R. N. 1986. Factors limiting the intake by sheep of the tropical legume, *Calopogonium mucunoides*. Aust. J. Exp. Agric. 26:659-664.
- Otero, J. R. 1961. Informações sobre algumas plantas forrageiras. Serie didática no. 11. Serviço de Informação Agrícola. Ministério de Agricultura, Brasil. 334 p.
- Pizarro, E. A. (ed.). 1985. Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales: Resultados 1982-1985. 3a. reunión de la RIEPT. Octubre 21-24, 1985, 2 vols. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. 1228 p.
- _____ y Carvalho, M. A. 1996. Evaluation of a collection of *Calopogonium mucunoides* for the Cerrado ecosystem. Trop. Grassl. (En impresión).
- Seiffert, N. F. y Zimmer, A. H. 1988. Contribución de *Calopogonium mucunoides* al contenido de nitrógeno en pasturas de *Brachiaria decumbens*. Pasturas Trop. 10(3):8-13.