

Sistemas de siembra de *Cratylia argentea* cultivar Veranera en dos localidades del valle del río Cauca, Colombia

Sowing systems of *Cratylia argentea* cultivar veranera in two localities of the valle del río Cauca, Colombia

Jaime Rosero Alpala¹, Sanín Ortiz Grisales¹, Luís Horacio Franco²,
Michael Peters², Gerardo Ramírez²

¹Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Nacional de Colombia AA 237, Palmira, Valle del Cauca, Colombia.

² Centro internacional de Agricultura Tropical. CIAT. AA. 6713 Cali Colombia.

Autor para correspondencia: Sanin Ortiz Grisales sortizg@palmira.unal.edu.co

Recibido: 31-20-2007 Aceptado: 23-08-2010

Resumen

Cratylia argentea cv. Veranera, es una especie forrajera importante para la ganadería en zonas de trópico bajo de América Latina. Es originaria de Goiás, región de Brasil, caracterizada por suelos ácidos típicos del ecosistema Cerrado. La investigación se realizó en Quilichao, Cauca, una zona con suelos ácidos y en Palmira, Valle del Cauca, en suelos de alta fertilidad. En un arreglo de parcelas divididas se determinó el efecto de los sistema de siembra directa y trasplante de esta leguminosa con y sin inocular con aplicación de N (18% N, 18% N+inóculo, inóculo y control) y cuatro niveles de fósforo (0, 20, 40, 80 kg/ha). La emergencia fluctuó entre 85-97% y 78-92% a los 25 y 35 días después de siembra (dds) para Quilichao y Palmira, respectivamente. La supervivencia de plantas en campo para siembra directa y con trasplante fluctuó entre 94-97% en Quilichao y 79-88% en Palmira. El período de establecimiento presentó diferencias altamente significativas entre localidades ($P < 0.01$) con 147 días en Quilichao (más del 90% de establecimiento) para siembra directa y con trasplante, respecto a los encontrados en Palmira (menor al 50 % establecimiento a los 210 días) para siembra directa y con trasplante. El establecimiento de *Cratylia* se vio afectado por los suelos alcalinos y con bajo hierro asimilable de Palmira ($P < 0,05$). La rapidez de establecimiento no se vio afectada por el sistema de siembra, ni el tiempo de establecimiento mejoró con la fertilización nitrogenada y fosfórica ni con la inoculación con *Rhizobium* sp.

Palabras clave: *Cratylia argentea*, establecimiento, fertilización, inoculación, *Rhizobium*.

Abstract

Cratylia is forage specie in growing importance for the cattle rising in the tropic. It is originate from Goiás, Brazilian region characterized by acid typical soils of the Cerrado. One investigated regarding the answer efficiency in the emergency and survival of *Cratylia* in two contrasting soils. Quilichao Cauca with acids soils, and Palmira Valle with conventional agricultural soils. The experiment behaved in divided parcels. The effect of the cultivation system was determined (direct in field and transplant) with four treatments of *Rhizobium*-nitrogen (18 N, 18N+inoculant, inoculants only and control) and four phosphorus levels (0, 20, 40, 80 % P). The emergency fluctuated among 85-97% y 78-92% to those 25 y 35 days post field for Quilichao and Palmira respectively. Plants survival for direct in field Vs. transplant it fluctuates among 94-97% in Quilichao and 79-88% in Palmira. The period of establishment presented highly significant differences among towns ($P < 0.01$) with 147 days in Quilichao (more than 90% establishment) for direct

in field and with transplant, regarding the opposing ones in Palmira (smaller to 50% establishment to the 210 days) for direct in field and with transplant. The establishment of *Cratylia* was affected by the alkaline soils with low assimilable iron of Palmira ($P < 0.05$). The establishment speed was not affected by plant in field system, neither the time of establishment improved with nitrogen fertilization and phosphorus neither with the inoculation with *Rhizobium* sp.

Key Words: *Cratylia argentea*, establishment, fertilization, inoculation, *Rhizobium*.

Introducción

Cratylia argentea es una leguminosa arbustiva forrajera endémica en los estados de Mato Grosso y Goiás en el centro del Brasil; Perú, Bolivia y nordeste de Argentina (Pizarro *et al.*, 1995). Fue incorporada a los programas de investigación del CIAT en 1984 por presentar buena adaptación a Ultisoles y Oxisoles de zonas bajas tropicales con sequías hasta de seis meses (Maass, 1995) que se multiplica fácilmente por semilla (Lascano *et al.*, 2002b).

Cratylia ha tenido amplia aceptación en los sistemas ganaderos de Centroamérica (Argel *et al.*, 2001; Peters *et al.*, 2003) y constituye una oportunidad para mejorar la oferta forrajera en los sistemas de producción donde los suelos son ácidos por la presencia de aluminio y predomina un clima isohipertrémico con sequías prolongadas y suelos bien drenados (Lascano *et al.*, 2002a; Aparicio *et al.*, 2002). *Cratylia* forma nódulos con cepas de *Bradyrhizobium* CIAT 3561 y 3564, parti-

cularmente en suelos pobres y ácidos con alto contenido de aluminio (RIEPT-MCAC, 1996).

Cuando se siembra de manera intensiva, esta leguminosa produce entre 8 y 18 t/ha por año de forraje (Maass, 1995; Lascano *et al.*, 2002a; Reyes *et al.*, 2007). *Cratylia* cv. Veranera en Colombia y cv. Veraniega en Costa Rica se originó a partir de las accesiones *C. argentea* CIAT 18516 y 18668 (Peters *et al.*, 2003).

En el presente trabajo se evaluó el efecto de localidad, sistema de siembra, fertilización con nitrógeno y fósforo e inoculación con *Rhizobium* en la celeridad de establecimiento de *Cratylia argentea* cv. Veranera en el Valle del Cauca, Colombia.

Materiales y métodos

El trabajo se realizó en las estaciones experimentales CIAT-Palmira y Quilichao, con ambientes y suelos contrastantes (Cuadro 1). Los tratamientos utilizados fueron siembras directa y trasplante de plántulas de

Cuadro 1. Localización y características químicas y físicas de los suelos en las estaciones CIAT-Quilichao y CIAT-Palmira.

Característica	Valor	
	Palmira (Vertisol)	Quilichao (Ultisol)
Georeferencia	3° 30' N, 76° 31' O	3° 06' N, 76° 31' O
Precipitación (mm)	1000	1800
Temperatura (°C)	24	24
Altura (m.s.n.m.)	965	990
pH	6.72	5.52
M.O.(%)	2.38	6.69
P BrayII (mg/kg)	55.36	2.65
K (cmol/kg)	0.71	0.37
Ca (cmol/kg)	24.17	7.79
Mg (cmol/kg)	10.02	3.42
S (cmol/kg)	31.95	35.66
Na (cmol/kg)	0.34	--
Arena (%)	13.54	26.44
Limo (%)	32.62	23.52
Arcilla (%)	53.84	50.03
Textura	Arcilloso	Arcilloso

ocho semanas de edad, con aplicaciones de: 18% N, inóculo, 18% N + inóculo, y control; y cuatro niveles de fósforo (0, 20, 40, 80 kg/ha) (Rao, *et al.*, 1998) que fueron distribuidos en parcelas divididas en bloques completos al azar con tres repeticiones. El tamaño de la parcela principal (sistema de siembra) fue de 10 x 6 m, la subparcela (inóculo-nitrógeno) fue de 2.5 x 6 m y la subsubparcela (niveles de fósforo) de 2.5 x 1.5 m, de acuerdo con las recomendaciones de la RIEPT-MAC (1996).

Al momento de la siembra, el inóculo se aplicó a las semillas como peletes (Jha *et al.*, 1994) o en solución al suelo. La distancia entre plantas fue de 0.5 m y entre surcos de 1.5 m. De acuerdo con los tratamientos, la fertilización se aplicó dos semanas después de la siembra, utilizando 2.5 g de urea/planta o 2.77, 5.55, 11.11 g superfosfato triple/planta respectivamente.

La emergencia de las semillas se evaluó a 25 y 35 días después de siembra (dds), en tres plantas centrales y cada dos semanas hasta que los arbustos alcanzaron 1 m de altura. A partir de este estado de planta, se midieron número de hojas, ramas y rebrotes; y el diámetro del tallo (RIEPT-MAC (1996). Al finalizar el experimento se midió la supervivencia de las plantas.

En los lotes experimentales se hizo deshierba manual, siendo más frecuente en CIAT-Palmira donde, igualmente, se aplicó Kelatex (9% de hierro -35 g/bomba de 20 lt) a 90 dds, debido a la deficiencia de este nutriente (Arias, 1999, citado por Madero y Herrera, 2009).

Se hizo análisis de varianza procedimiento GLM (modelo lineal general) y comparación de medias con la prueba de Regwt (Ryan-Einot-Gabriel-Welsch múltiple range test) utilizando el paquete estadístico SAS

versión 8.2 únicamente para los días al establecimiento. Para el análisis de las demás variables se emplearon estadísticas descriptivas y análisis gráfico con el programa SAS versión 8.2 y Excel versión 2000. El modelo estadístico para el análisis fue el siguiente:

$$Y = \beta_i + S_j + a_{ij} + I_k + (SI)_{jk} + \Gamma_{ijk}P_l + (SP)_{jl} + (Ip)_{kl} + SIP_{jkl} + \epsilon_{ijk1}$$

donde,

β = bloque; $i = 1, 2, \dots, 3$; S = sistema de siembra; $j = 1, 2, \dots, 3$; a_{ij} = error a; I = inóculo nitrógeno; $k = 1, 2, \dots, 4$; Γ_{ijk} = error b; P = nivel de fósforo; ϵ_{ijk1} = error c.

Resultados y discusión

Siembra en campo

La emergencia en la estación CIAT-Quilichao fue alta (85 y 97%, a 25 y 35 días, respectivamente) (Cuadro 2) y aumentó ligeramente cuando se inoculó, pero no en forma significativa. Es posible que la baja disponibilidad de P y Ca en estos suelos redujese la efectividad del inóculo no obstante la adecuada presencia de materia orgánica. Fue notable la adaptación de *Cratylia* cv. veranera a las condiciones de suelos ácidos y buen drenaje de estos suelos, así como a la alta precipitación predominante antes y después de la emergencia de las semillas.

La emergencia en CIAT-Palmira fue de 78 y 92% y disminuyó cuando se inoculó. Esta menor emergencia se debió, posiblemente, a la baja capacidad de drenaje de los Vertisoles y el proceso de compactación por labranza mecanizada que favorecen la pudrición en la semilla o impiden la emergencia de las plántulas. No obstante, el porcentaje de germinación en este caso puede ser considerado aceptable (Jiménez *et al.*, 2005).

Cuadro 2. Emergencia (%) de *Cratylia argentea* cv. Veranera en siembra directa en las estaciones CIAT-Quilichao y CIAT-Palmira.

Tratamiento	Quilichao		Palmira	
	Días después de la siembra			
	25	35	25	35
Semillas con inóculo	86	99	76	94
Semillas sin inóculo	84	96	81	91
Promedio	85	97	78	92

En CIAT-Quilichao el trasplante aumentó 3% la supervivencia de plantas, y en CIAT-Palmira 9% (Cuadro 3), lo que sugiere que las plántulas cultivadas en vivero absorben nutrientes y humedad que las hacen más tolerantes al ataque de patógenos y defoliadores.

Cuadro 3. Supervivencia de plantas de *Cratylia argentea* cv. Veranera en las estaciones CIAT-Quilichao y CIAT-Palmira.

Tratamiento	Supervivencia de plantas (%)	
	Quilichao	Palmira
Sistema de siembra		
directa	94	79
trasplante	97	88
Inóculo + nitrógeno		
18 N	94	84
18 N +Inoc.	98	81
Inóculo	92	85
Control	95	82
Niveles de fósforo (kg/ha)		
0	96	84
20	96	82
40	98	80
80	95	86
Promedio	96	83

En este mismo sitio, la aplicación independiente de 18% N e inóculo no mejoró la supervivencia y presentó valores menores que el tratamiento control. Estos resultados sugieren que tanto las bacterias nativas de *Rhizobium* como las cepas específicas del

inóculo, requieren de N en forma de urea como activador para la infección y la formación de nódulos.

En CIAT-Palmira los tratamientos de inóculo-nitrógeno y su combinación presentaron supervivencias de plantas similares. No obstante, la aplicación independiente de 18% N e inóculo dieron mejor resultado que el control.

Los niveles de fósforo aplicados no afectaron la persistencia. En la estación CIAT-Quilichao, sin embargo, el nivel 40 kg/ha P presentó el mayor porcentaje de supervivencia, pero cuando se duplicó este nivel, ésta se redujo ligeramente (3%). En CIAT-Palmira hubo mejor respuesta a la supervivencia cuando se aplicó 80 kg/ha P. La supervivencia para todos los tratamientos fue superior en la estación CIAT-Quilichao, comparada con los resultados obtenidos en la estación CIAT-Palmira.

Período de establecimiento

Cratylia cv. veranera se considera establecida cuando alcanza 1 m de altura y puede ser pastada directamente por los animales o sometida a corte. En la estación CIAT-Quilichao se encontraron diferencias ($P < 0.05$) entre sistemas de siembra en el número de días para alcanzar el establecimiento, el cual fue de 147 días en trasplante y de 157 días en siembra en campo.

La aplicación de P no afectó el tiempo de establecimiento de la leguminosa (Cuadro 4). En CIAT-Palmira se observó una marca-

Cuadro 4. Efecto de los tratamientos sobre la celeridad de establecimiento de *Cratylia argentea* cv. Veranera (días para alcanzar 1 m de altura) en las estaciones CIAT-Quilichao y CIAT-Palmira.

Tratamiento	Sistema de siembra			
	Quilichao		Palmira	
	Directa	Trasplante	Directa	Trasplante
18N	153.66	143.49	199.24	189.49
18N + Ino	155.33	138.16	193.58	193.25
Inoc.	153.83	150.33	196.33	201.33
Control	166.99	156.83	203.16	195.41
Niveles de fósforo (kg/ha)				
0 P	158.16	151.16	199.66	199.0
20 P	160.33	147.33	207.99	193.5
40 P	163.83	142.83	191.83	188.6
80 P	147.49	147.50	192.83	198.2
Promedio	157.45	147.205	198.08	194.87

Cuadro 5. Porcentaje de establecimiento de *Cratylia argentea* cv Veranera bajo diferentes tratamientos en las estaciones CIAT-Quilichao y CIAT-Palmira.

Tratamiento	Sistema de siembra			
	Quilichao		Palmira	
	Directa	Trasplante	Directa	Trasplante
18N	100	88.88	49.99	36.11
18N.Inoc.	97	97.22	47.22	41.66
Inoc	97	94.44	38.88	47.22
Control	94.25	94.44	44.44	38.88
Niveles de fósforo (kg/ha)				
0 P	94.25	94.44	44.44	44.44
20 P	94	94.44	38.88	27.77
40 P	100	91.66	52.77	47.22
80 P	100	94.44	44.44	44.44
Promedio	97.06	93.75	45.13	40.97

da deficiencia de hierro que afectó en forma negativa la tasa de establecimiento, que fue corregida con la aplicación foliar de este nutriente. Según Mosquera (1990) el fósforo de fuentes solubles como el superfosfato es fijado por la presencia de óxidos e hidróxidos de hierro y aluminio en el suelo, lo cual disminuye su disponibilidad y afecta el metabolismo de las plantas.

Los resultados mostraron un mayor porcentaje y una mayor celeridad de establecimiento de *Cratylia* en CIAT-Quilichao (157 días) que en CIAT-Palmira (197 días) (Cuadro 4). No obstante, estas diferencias no fueron debidas a los tratamientos de inoculación de semillas ni de fertilización con N y P (Cuadro 5), lo cual sí se ha observado en *leucaena* (Daguma y Okali, 1988).

Al finalizar el periodo de establecimiento, no se encontraron diferencias entre sistemas de siembra y tratamientos de inoculación y fertilización para el número de hojas/planta y el diámetro de tallos, pero sí por efecto de sitios de siembra, siendo más altos en CIAT-Quilichao (1.36 cm y 60) que en CIAT-Palmira (1.12 y 28, respectivamente).

Conclusiones

- Los vertisoles pesados y alcalinos con bajo hierro disponible (6600 ppm) de la estación CIAT-Palmira afectaron negativamente el establecimiento de *Cratylia argentea* cv. Veranera.
- El sistema de siembra afectó la celeridad de establecimiento de esta leguminosa. La

siembra directa puede ser utilizada, siempre y cuando se sigan las recomendaciones agronómicas de este cultivo relacionadas con el manejo de plagas y enfermedades.

- *Cratylia* cv. veranera se estableció bien en los ultisoles del ecosistema de bosque estacional de la estación CIAT-Quilichao y su respuesta a la aplicación de N, P e inoculantes de rizobio no fue significativa, lo que confirma su buena adaptación en zonas similares a las del sitio de origen.

Referencias

- Aparicio, R.; Lascano, C.; Avila, P. 2002. Utilización de la *Cratylia argentea* madura y joven como banco de proteína por vacas de leche. Rev. Científica 12(2):595 - 598.
- Argel, P. J.; Hidalgo, C.; González, J.; Lobo, M.; Acuña, V.; Jiménez, C. 2001. Cultivar Veraniega *Cratylia argentea* (Desv. O. Kuntze). Una leguminosa tropical para la ganadería de América Latina Tropical. Consorcio Tropileche (CATIE, CIAT, ECAG, MAG, UCR). Boletín Técnico. Ministerio de Agricultura y Ganadería de Costa Rica (MAG). 26 p.
- Daguma, B.; Kang, B.T.; Okali, D. U. 1988). Factors affecting germination of leucaena (*Leucaena leucocephala* Lam.) de Wit seed. Seed Sci. Techn. 16(2):489 - 500.
- Jha, P. K.; Nair, S.; Babu, C. R. 1994. Development of an inexpensive legume-*Rhizobium* inoculation technology which may be used in aerial seeding. J. Basic Microb. 34(4):231 - 243.

- Jiménez, P. A.; Cortés, R. H.; Ortiz, G. S. 2005. Rendimiento forrajero y calidad del ensilaje de canavalia en monocultivo y asociada con maíz. *Acta Agron.* 54(2).
- Lascano, C.; Bueno, G.; Argel P. J. 2002a. Cultivar Veranera *Cratylia argentea* (Desvaux) O. Kuntze) leguminosa arbustiva de usos múltiples para la zonas con periodos prolongados de sequía en Colombia. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica), Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR). Villavicencio, Colombia. 24 p.
- Lascano, C.; Rincos, A.; Plazas, C.; Avila, P.; Bueno, G.; Argel, P. J. 2002b. Cultivar Veranera *Cratylia argentea* (Desvaux) O. Kuntze. Leguminosa arbustiva de usos múltiples para zonas con períodos prolongados de sequía en Colombia. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica) y Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). 28 p.
- Maass, B. L. 1995. Evaluación agropecuaria de *Cratylia argentea* (Desvaux) O. Kuntze en Colombia. En: Potencial del género *Cratylia* como leguminosa forrajera. Embrapa, Cenargen, CPAC y CIAT, Memorias del taller de trabajo realizado el 19 y 20 de julio de 1995, Brasilia, D F, Brasil, p. 62 - 74.
- Madero, E.; Herrera, O. 2009. Compactación y cementación de suelos. En: Curso virtual Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira. Acceso: http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/sedes/palmira/2057/docs_curso/descripcion.html. 16.08.2010
- Mosquera, P. D. 1990. Efecto de inoculación y niveles de P y K en el crecimiento, nodulación y reducción de acetileno de leguminosas forrajeras en dos suelos de los Llanos Orientales de Colombia. Tesis MSc. Universidad Nacional de Colombia, Palmira. 162 p.
- Peters, M.; Franco L. H.; Schimidt, A.; Hincapié, B. (2003). Especie forrajeras multipropósito: opciones para la producción en Centroamérica. CIAT, BMZ, GTZ, Cali, Colombia. 113 p.
- Pizarro, E. A.; Carvalho, M. A.; Ramos, A. K. B. 1995. Introducción y evaluación de leguminosas forrajeras arbustivas en el Cerrado Brasileño. En: Potencial del género *Cratylia* como leguminosa forrajera. Pizarro, E. A. y Coradin, L. (eds.). Embrapa, Cenargen, CPAC y CIAT, Memorias Taller sobre *Cratylia* realizado del 19 al 20 de julio de 1995 en Brasilia, Brasil. p. 40-49.
- Rao, I. M.; Kerridge, P.; Macedo, M. 1998. Requerimientos nutricionales y adaptación a los suelos ácidos de especies de *Brachiaria*. p 64-67. En: CIAT (ed). *Brachiaria*: Biología, Agronomía y Mejoramiento.
- Reyes, S. N; Ledin, S.; Ledin, I. 2007. Biomass production and nutritive composition of *cratylia argentea* under different planting densities and harvest intervals. *J. Sust. Agric.* 29(4):5 - 22.
- RIEPT-MCAC (Red Internacional de Agricultura Tropical-México Centroamérica y el Caribe). 1996. Hoja Informativa 4(2):4.