

Evaluación de cepas de rizobio en *Chamaecrista* creciendo en suelos disturbados por minería de aluvión

F. H. Orozco P.* , M. Medina S.** y A. Londoño U.***

Introducción

En la región del Bajo Cauca en Antioquia (Colombia) la explotación de oro por minería a cielo abierto ha dejado grandes extensiones de suelos aluviales disturbados y erosionados, lo que ha obligado al inicio de estrategias para su recuperación. La ganadería ha sido tradicionalmente una de las actividades más importantes en la región, lo que justifica la investigación tanto en especies forrajeras pioneras como en aquellas introducidas con potencial de producción y para la recuperación del ecosistema en estas condiciones, entre ellas *Chamaecrista*, un género de leguminosa arbustiva con alta producción de biomasa y buena capacidad simbiótica para fijar N del aire (Allen y Allen, 1981; Ducke, 1949; Smith, 1985; Flores et al., 2000), que incluye especies originarias de América tropical (Graham, 1984) como *Ch. rotundifolia* cv. Wynn. En forma paralela con esta investigación es necesario evaluar la efectividad de las bacterias nativas en la fijación de nitrógeno (N).

En estudios conjuntos desarrollados por el Centro Australiano de Investigación Agrícola (ACIAR) y la Academia China de Ciencias Agrícolas se encontró que *Ch. Rotundifolia* presentó el mejor desempeño entre 200 especies de esta leguminosa, cuando se evaluaron por su potencial para la recuperación de suelos ácidos erosionados (Casanova et al., 1997). Carino-DA y Daehler (2002) en Hawaii encontraron que *Ch. nictitans* es una especie invasora apropiada para la rehabilitación de pasturas cuando se incorpora en el suelo. Cruz et al. (1999) en un Oxisol en Belém,

Brasil, encontraron diferencias entre épocas seca y lluviosa en la producción (2.8 vs. 4.1 t/ha de MS) y calidad del forraje de *Ch. Rotundifolia*.

En la familia Rhizobiaceae existen algunos géneros de bacterias con capacidad para fijar N y entre ellas algunas especies y ecotipos muestran una mejor capacidad cuando se encuentran en simbiosis con diferentes especies de leguminosas nativas e introducidas en suelos degradados (Orozco y Gómez, 1994; Álvarez et al., 1997; Rendón, 1998; Orozco et al., 2001). Se reconoce que las especies del género *Bradyrhizobium* son las más comunes entre estas bacterias que infectan especies de leguminosas tropicales (Doignon-Bourcier, et al., 2000), sin embargo, Orozco et al. (2001) encontraron que bajo las condiciones en las cuales se realizó este trabajo, las especies de *Rhizobium* son igualmente efectivas para *Chamaecrista* y *Aechinomene*.

En el presente trabajo se evaluó el efecto de la inoculación con cepas de *Rhizobium* spp. y *Bradyrhizobium* spp., nativas y procedentes de la colección del Laboratorio de Microbiología de Suelos de la Universidad Nacional de Medellín, en la producción de biomasa aérea, el desarrollo de nódulos y la fijación de N en las raíces de *Ch. rotundifolia* CIAT 18005, *Ch. nictitans* CIAT 18780 más una accesión nativa de *Ch. rotundifolia*.

Materiales y métodos

Material vegetal

El género *Chamaecrista* pertenece a la familia Fabaceae subfamilia Caesalpinieaceae y comprende varias especies, la mayoría sin habilidad para nodular y fijar nitrógeno.

Chamaecrista rotundifolia es nativa de Brasil y se conoce también como 'cassia de hoja redonda'

* Profesor Asociado Universidad Nacional de Colombia sede Medellín. horozco@perseus.unalmed.edu.co

** Profesora Asistente Universidad de Antioquia. solmedina@agronica.udea.edu.co

*** Estudiante Ing. Agronómica Universidad Nacional sede Medellín. aalondo2@tifon.unalmed.edu.co

(*Cassia rotundifolia*) (Flores-Franco y Sousa, 2000). Es una planta perenne con hábito de crecimiento semierecto cuando se presenta en poblaciones densas y postrado cuando se somete a pastoreo, de buena adaptación en suelos ligeros y bien drenados de textura liviana. Presenta una alta producción de semillas que favorecen su multiplicación, aunque tiene una baja palatabilidad y sólo es aprovechada por los animales en la época seca con escasez de forraje.

Chamaecrista nictitans es una especie nativa de América tropical que crece en suelos arenosos de baja fertilidad desde México hasta Brasil (Smith, 1985), también se conoce como *Cassia* y *Aeschynomene green* (Whistler, 1988). Es una planta herbácea, perenne sufruticosa, flores de una a tres en las axilas de las hojas cortamente pediceladas, vaina plana, dehiscente, semillas de color pardo oscuro casi cuadradas.

Antes de la siembra, las semillas fueron escarificadas con ácido sulfúrico al 5% durante 5 min, lavadas con abundante agua y pregerminadas sobre papel filtro en cajas de Petri en estufa a 28° C durante 4 días.

Bacterias

Se utilizaron bacterias de los géneros *Bradyrhizobium* y *Rhizobium* aisladas de diferentes leguminosas pioneras en la zona de estudio (Rendón, 1998). Las cepas nativas de *Bradyrhizobium* evaluadas fueron CUNMS 105, 116, 117, 119 y 125 y la subcepa CUNMS 267 con resistencia a antibióticos; las de *Rhizobium* fueron CUNMS 160, 162, 164, 169 y la subcepa CUNMS 271 resistente a antibióticos (Cuadro 1). Estas cepas fueron evaluadas en forma individual o en mezcla, en los tratamientos siguientes: M1 = CUNMS (161 + 116 + 169), M2 = CUNMS (116 + 119 + 125), M3 = CUNMS (120 + 125 + 169) y M4 = CUNMS (105 + 271 + 162).

Sustrato

Como sustrato se utilizó material espólico recolectado en un Entisol disturbado por labores de minería en la región del Bajo Cauca, con 5 años de reposo antes de ser destruido. Este material se pasó por tamiz de 10 mm y sus características físico-químicas eran las siguientes: textura FA, pH = 5.8, M.O. = 1.2%, CIC efectiva = 4.4, P = 6 ppm, NO₃ = 24 ppm, NH₄ = 6 ppm. El contenido de bases (meq/100 g) era: Ca = 2.9, Mg = 1.1, K = 0.27 y Na 0.12 y el de elementos menores (ppm): Fe = 22, Mn = 24, Cu = 3, Zn = 2 y

Cuadro 1. Características de las cepas de bacterias empleadas en el ensayo. Región del Bajo Cauca antioqueño, Colombia.

Cepa y código Universidad Nacional-Medellín	Especie de origen	Procedencia	Inóculo empleado (x10 ⁹) ^a
<i>Bradyrhizobium</i>			
CUNMS 105	<i>Arachis pintoi</i>	Universidad Nacional (Medellín)	3.4
CUNMS 116	<i>Arachis hypogea</i>	Caucasia (Antioquia)	5.3
CUNMS 117	<i>Alisicarpus vaginalis</i>	Caucasia (Antioquia)	4.8
CUNMS 119	<i>Desmodium incanum</i>	Caucasia (Antioquia)	3.1
CUNMS 120	<i>Aeschynomene</i> sp.	Caucasia (Antioquia)	4.0
CUNMS 271	Varias leguminosas	Subcepa CIAT 3101 con resistencia a 250 ppm de estreptomycinina y 100 ppm de gentamicina.	3.3
<i>Rhizobium</i>			
CUNMS 125	<i>Mimosa pigra</i>	Caucasia (Antioquia)	3.8
CUNMS 160	<i>Aeschynomene americana</i>	Caucasia (Antioquia)	1.6
CUNMS 161	<i>Gliciridia sepium</i>	Caucasia (Antioquia)	6.5
CUNMS 162	<i>Cassia moschata</i>	Caucasia (Antioquia)	4.1
CUNMS 164	<i>Alisicarpus vaginalis</i>	Caucasia (Antioquia)	6.1
CUNMS 169	<i>Chamaecrista rotundifolia</i>	Puerto Valdivia (Ant)	3.5
CUNMS 267	Varias leguminosas	Subcepa CIAT 899 con resistencia a 100 ppm de estreptomycinina y 40 ppm de novobiocina.	2.5

a. Conteo en cámara de Neubauer.

B = 0.1. Este material se mezcló en proporción de 4:1 con cascarilla de arroz.

Metodología

Para el cultivo de las plantas de la leguminosa se emplearon potes consistentes en tubos de PVC de 30 cm largo y 10 cm de diámetro con fondo en malla de sarán, que se llenaron con el sustrato antes descrito. En cada pote se transplantaron cuatro plántulas que se inocularon con una dilución proporcional a la concentración de bacterias/ml de cada cepa (Cuadro 1). Tres semanas después del transplante se realizó un raleo para dejar 2 plantas/pote y se aplicaron 10 ppm/pote de fósforo como H_3PO_4 . Durante el primer mes del ensayo se aplicó diariamente riego por microaspersión y posteriormente, cada 2 días.

Se utilizó un diseño completamente al azar con 19 tratamientos trece cepas CUNMS solas + cuatro grupos de mezclas de cepas CUNMS + N -N (Cuadro 2) y cuatro repeticiones. El tratamiento con N consistió en la aplicación de 60 kg/ha de N en forma de NH_4NO_3 . Cuatro meses después de la siembra se midieron la producción de biomasa aérea (MS, g/planta), la acumulación de nitrógeno en la parte aérea de la planta (mg/planta) y el peso seco de nódulos/planta (mg/pote). Los resultados se analizaron con el

programa de Sistemas de Análisis Estadístico (SAS) y se compararon los promedios mediante una prueba de Tukey. Para estas mediciones la raíz se separó de la parte aérea y se lavó para retirar los nódulos que se secaron a 50° C hasta alcanzar un peso constante; la parte aérea se secó a 60° C hasta un peso constante antes de tomar una submuestra para determinar su contenido de N total mediante el método Kjeldal.

Resultados y discusión

Chamaecrista rotundifolia CIAT 18005 presentó la mayor producción de biomasa de la parte aérea cuando se inoculó con la cepa *Rhizobium* CUNMS 162, aunque tanto en este parámetro como en el peso de nódulos y fijación de N no se observaron diferencias ($P > 0.05$) entre ésta y otros grupos de cepas (Cuadro 2). Fue interesante observar que la aplicación de N no afectó la nodulación como sí ocurrió en trabajos anteriores con otras especies de leguminosas (Orozco y Gómez, 1994; Alvarez et al., 1997; López, 1999; Orozco et al., 2001). Debido a la falta de significancia de los tratamientos, no es posible asegurar que en las condiciones de este ensayo esta leguminosa responda a la aplicación de las cepas probadas, lo que permite deducir que en estos suelos existen cepas nativas efectivas para las leguminosas. También es interesante observar que en este estudio la cepa

Cuadro 2. Efecto de la inoculación con bacterias Rhizobiaceae en algunas características de *Chamaecrista rotundifolia* CIAT 18005. Región del Bajo Cauca antioqueño, Colombia.

Tratamientos	Biomasa aérea (mg/pote)	Nódulos(mg/pote) (mg/pote)	Nitrógeno (mg/pote)	N (%)
CUMNS 162	4699.7 a*	81.00	49.452 ab	1.05
CUMNS 169	4298.3 ab	68.33	67.810 a	1.58
CUMNS 120	4027.0 abc	61.00	56.283 ab	1.40
Con N	3836.3 abc	67.00	42.967 ab	1.12
CUMNS 119	3673.7 abc	69.67	39.561 ab	1.08
CUMNS 125	3367.7 abc	52.67	50.175 ab	1.48
Sin N	3325.3 abc	58.33	48.245 ab	1.45
CUMNS 105	3264.3 abc	112.30	46.018 ab	1.42
M2 = (116 + 119+ 125)	3198.0 abc	48.67	44.871 ab	1.39
CUMNS 161	3180.7 abc	57.67	42.481 ab	1.33
CUMNS 164	3177.3 abc	77.00	44.213 ab	1.40
M4 = (105 + 271+ 162)	2795.7 abc	78.00	40.176 ab	1.39
CUMNS 267	2692.0 abc	45.00	44.976 ab	1.66
M1= (161 + 116 + 169)	2583.0 bc	50.67	34.971 b	1.35
CUMNS 271	2576.7 bc	47.67	38.870 ab	1.52
CUMNS 116	2568.7 bc	33.33	33.888 b	1.33
CUMNS 117	2428.3 bc	55.00	34.688 b	1.44
M3 = (120 + 125+ 169)	2280.3 c	61.33	35.696 b	1.56
CUNMS 160	2108.0 c	31.67	28.884 b	1.37

* Valores en una misma columna seguidos de letras diferentes difieren en forma significativa ($P < 0.05$), según la prueba de Tukey.

Rhizobium CUNMS 160 (recolectada en *Aeschynomene* sp.) presentó el desempeño más pobre y fue superada por la mayoría de las demás cepas, lo que contrasta con los hallazgos de Orozco et al. (2001) cuando esta cepa fue inoculada en *Aeschynomene falcata*.

La inoculación con la cepa *Rhizobium* CUNMS 169 favoreció la mayor concentración de N en el tejido de la planta, no obstante, los valores encontrados no fueron diferentes ($P < 0.05$) a los de otros grupos de cepas utilizados. El comportamiento de esta cepa es interesante debido a que fue aislada de *Ch. rotundifolia* nativa, similar a la probada en este trabajo.

En general, *Chamaecrista* produjo una aceptable cantidad de MS (en promedio 3162 mg/pote) con un contenido de N de 1.38%, si se tiene en cuenta que son suelos disturbados por labores de minería y que la aplicación de insumos fue mínima. En relación con el testigo (sin inoculante ni aplicación de N), las cepas *Rhizobium* CUNMS 162, 169, 120, 119 y 125 produjeron, en promedio, 20% más MS, valor que se puede considerar bajo si se comparan con los encontrados por Cruz et al. (1999) para la misma especie pero en un suelo normal.

La especie nativa de *Ch. rotundifolia* presentó una respuesta aceptable a la aplicación de N (Cuadro 3) lo que es interesante por tratarse de una especie adaptada naturalmente a las condiciones ecológicas de la región del Bajo Cauca. También es interesante su respuesta a las diferentes cepas de *Rhizobium*, especialmente a la cepa *Rhizobium* CUNMS 267, que es una subcepa de *Bradyrhizobium* CIAT 3101 recomendada por el CIAT para varias leguminosas tropicales, entre ellas *Arachis pintoi*. La formación de nódulos en el tratamiento con N contrasta con los resultados de Orozco y Gómez (1994), Álvarez et al. (1997), López (1999) y Orozco et al. (2001) quienes encontraron una fuerte reducción en la nodulación con la aplicación de este nutrimento.

Chamaecrista nictitans presentó una buena respuesta en producción de MS cuando se inoculó con las cepas *Bradyrhizobium* CUNMS 267 y *Rhizobium* CUNMS 271 y 164 (Cuadro 4). Al igual que con *Ch. rotundifolia*, la aplicación de N no afectó la nodulación ni el contenido de N en el tejido de esta leguminosa. Por su baja producción de MS, *Ch. nictitans* no parece ser entre las evaluadas, la especie más promisoría en la región, no obstante, su aceptable concentración de N (1.57%) (Figura 1).

Las respuestas encontradas con la inoculación de *Chamaecrista* en este estudio concuerdan con los

Cuadro 3. Efecto de la inoculación con bacterias Rhizobiaceae en algunas características de *Chamaecrista rotundifolia* nativa. Región del Bajo Cauca antioqueño, Colombia.

Tratamientos	Biomasa aérea (mg/pote)	Nitrógeno (mg/pote)	Nódulos (mg/pote)	N (%)
Con N	4276.3 a*	63.26 a	90.6	1.48
CUNMS 267	3780.3 ab	54.62 abc	93.0 a	1.42
CUNMS 162	3401.0 abc	48.20 abc	111.0	1.43
CUNMS 119	3222.0 abc	47.69 abc	100.0	1.48
CUNMS 125	3116.3 abc	41.82 abc	83.7	1.44
CUNMS 164	3111.0 abc	44.63 abc	81.7	1.47
CUNMS 160	2801.0 abc	46.86 abc	98.3	1.67
CUNMS 169	2759.0 abc	38.25 bc	140.7	1.41
CUNMS 161	2720.0 abc	35.46 bc	126.7	1.34
M2 = (116 + 119 + 125)	2699.7 abc	39.70 bc	105.3	1.43
CUNMS 116	2680.3 abc	38.68 bc	92.7	1.45
CUNMS 271	2665.7 abc	44.82 abc	115.7	1.70
M1 = (161 + 116 + 169)	2582.3 bc	37.06 bc	95.3	1.44
Sin N	2547.7 bc	37.78 bc	106.0	1.48
CUNMS 105	2386.3 bc	33.37 bc	99.3	1.40
CUNMS 117	2361.0 bc	41.17 bc	103.3	1.74
M4 = (105 + 271 + 162)	2140.0 bc	42.93 abc	91.7	2.02
CUNMS 120	1887.0 c	30.87 c	87.0	1.64
M3 = (120 + 125 + 169)	1873.7 c	30.20 c	120.7	1.59

* Valores en una misma columna seguidos de letras diferentes difieren en forma significativa ($P < 0.05$), según la prueba de Tukey.

Cuadro 4. Efecto de la inoculación con bacterias Rhizobiaceae en algunas características de *Chamaecrista nictitans*. Región del Bajo Cauca antioqueño, Colombia.

Tratamientos	Biomasa aérea (mg/pote)	Nódulos(mg/pote) (mg/pote)	Nitrógeno (mg/pote)	N (%)
CUNMS 267	2309.7 a*	37.33 ab	33.53 a	1.45
CUNMS 271	2060.7 ab	36.66 ab	30.86 ab	1.49
CUNMS 164	2016.7 ab	26.33 ab	30.87 ab	1.50
CUNMS 105	1971.3 abc	26.00 ab	27.96 ab	1.42
Con N	1866.3 abc	22.66 ab	27.62 ab	1.48
CUNMS 117	1838.7 abc	38.33 ab	27.39 ab	1.47
CUNMS 160	1823.3 abc	38.00 ab	28.44 ab	1.58
CUNMS 120	1816.3 abc	33.33 ab	31.18 ab	1.72
M 4= (105 + 271 + 162)	1789.0 abc	44.00 a	26.48 ab	1.48
M 2 = (116 + 119 + 125)	1639.7 abc	14.00 b	31.91 a	1.94
CUNMS 116	1612.3 abc	34.33 ab	23.19 ab	1.44
CUNMS 162	1585.3 abc	29.33 ab	30.16 ab	1.92
CUNMS 161	1557.7 abc	24.00 ab	26.96 ab	1.73
CUNMS 119	1508.7 bc	31.66 ab	22.16 ab	1.47
M 3 = (120 + 125 + 169)	1489.0 bc	29.33 ab	23.31 ab	1.54
CUNMS 169	1435.3 bc	33.00 ab	22.17 ab	1.53
CUNMS 125	1216.7 c	24.33 ab	16.59 b	1.36
Sin N	1204.3 c	28.00 ab	20.27 ab	1.68

* Valores en una misma columna seguidos de letras diferentes difieren en forma significativa (P < 0.05), según la prueba de Tukey.

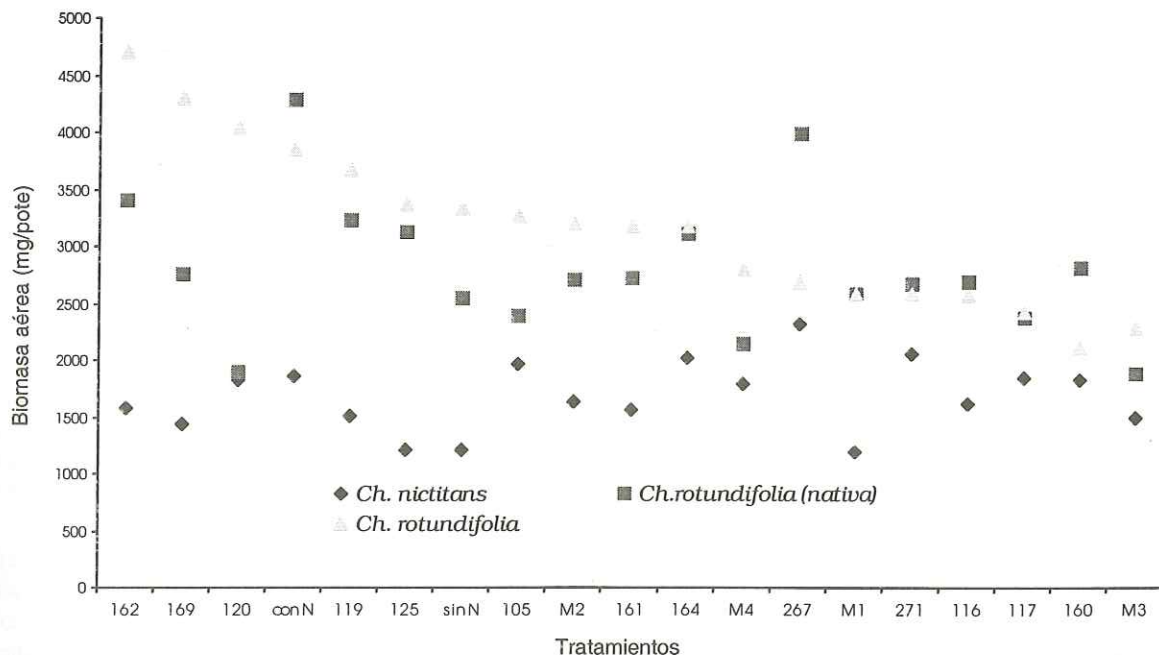


Figura 1. Efecto de diferentes cepas de rizobio sobre tres accesiones del género Chamaecrista. Región del Bajo Cauca antioqueño, Colombia.

trabajos anteriores con *Aeschynomene* en este mismo ambiente. Pueppke y Broughton (1999) encontraron una especie de *Chamaecrista* que nodulaba cuando se inoculaba con cepas de *Rhizobium* USDA 257 y la NGR234.

Los aislados empleados en este trabajo y denominado como posible *Rhizobium* por su crecimiento rápido, quizás correspondan a uno de los géneros de *Sinorhizobium terangae* o al nuevo género *Mesorhizobium plurifarum*, los cuales fueron aislados y

propuestos por Lajudie et al., (1998) para aislados de varias especies de leguminosas tropicales entre las cuales se encontraba *Chamaecrista*. En un trabajo similar Doignon-Bourcier et al. (2000) encontraron que 21 cepas aisladas de leguminosas tropicales, varias de ellas empleadas en este trabajo, pertenecían al género *Bradyrhizobium*.

Conclusiones

En general, los grupos de tratamientos de *Rhizobium* que presentaron las mayores respuestas en las especies de *Chamaecrista* evaluadas estuvieron conformados indistintamente por el género de *Rhizobium* o *Bradyrhizobium*, siendo la cepa *Bradyrhizobium* CUNMS 267 la de mejor comportamiento, seguida por la cepas nativas *Rhizobium* CUNMS 162 y 169 en la accesión *Ch. rotundifolia* CIAT 18005.

Chamaecrista rotundifolia CIAT 18005 no respondió a la aplicación de N y su respuesta a la inoculación con las cepas *Rhizobium* CUNMS 162 y 169, a pesar de mejorar notoriamente la biomasa y el contenido de N, no fue significativa.

Chamaecrista rotundifolia nativa respondió a la aplicación de N e igualmente a la inoculación con varias de las cepas evaluadas.

Chamaecrista nictitans aunque presentó una baja adaptación, su respuesta a la inoculación con varias cepas de *Rhizobium* y *Bradyrhizobium* CUNMS 267 fue buena.

El efecto de la inoculación con cepas de *Rhizobium* en *Chamaecrista* fue altamente específico. Las cepas *Rhizobium* CUNMS 162 y 169 y *Bradyrhizobium* CUNMS 267 presentaron respuestas promisorias y con potencial en la recuperación de suelos erosionados en el Bajo Cauca.

Resumen

Se evaluó la respuesta de *Chamaecrista rotundifolia* y *Ch. nictitans* y un ecotipo nativo de este género a once cepas nativas, cinco de lento crecimiento (posible *Bradyrhizobium*) y seis de rápido crecimiento (posible *Rhizobium*), obtenidas de diferentes especies de leguminosas que crecen en suelos disturbados y erosionados por labores de minería en el Bajo Cauca de Antioquia (Colombia). Se utilizó un diseño completamente al azar con 19 tratamientos y cuatro repeticiones. Como variables se evaluaron la biomasa aérea, el peso seco de nódulos y la acumulación de nitrógeno en el tejido aéreo. En general, los grupos de

tratamientos de *Rhizobium* que presentaron las mayores respuestas en las especies de *Chamaecrista* evaluadas estuvieron conformados indistintamente por *Rhizobium* o *Bradyrhizobium*, siendo la cepa *Bradyrhizobium* CUNMS 267 la de mejor comportamiento, seguida por la cepas nativas *Rhizobium* CUNMS 162 y 169 en la accesión *Ch. rotundifolia* CIAT 18005. *Chamaecrista rotundifolia* CIAT 18005 no respondió a la aplicación de N y su respuesta a la inoculación con las cepas *Rhizobium* CUNMS 162 y 169, a pesar de mejorar notoriamente la biomasa y el contenido de N, no fue significativa. *Chamaecrista rotundifolia* nativa respondió a la aplicación de N e igualmente a la inoculación con varias de las cepas evaluadas. *Chamaecrista nictitans* aunque presentó una baja adaptación, su respuesta a la inoculación con varias cepas de *Rhizobium* y *Bradyrhizobium* CUNMS 267 fue buena. El efecto de la inoculación con cepas de *Rhizobium* en *Chamaecrista* fue altamente específico. Las cepas *Rhizobium* CUNMS 162 y 169 y *Bradyrhizobium* CUNMS 267 presentaron respuestas promisorias y con potencial en la recuperación de suelos erosionados en el Bajo Cauca antioqueño.

Summary

The response of *Chamaecrista rotundifolia*, *Ch. nictitans*, and a native ecotype of this genus to 11 native *Rhizobium* strains — five slow-growing (possibly *Bradyrhizobium*) and six fast growing (possibly *Rhizobium*) — was evaluated in a completely randomized design with 19 treatments and 4 replicates. Strains were obtained from different legume species grown in disturbed, eroded mining soils in Bajo Cauca de Antioquia (Colombia). Variables evaluated were shoot biomass, dry weight of nodes, and N accumulated in shoot tissue. In general, those *Rhizobium* treatments that elicited greater response in the *Chamaecrista* species evaluated were formed indistinctly by *Rhizobium* or *Bradyrhizobium*. The strain *Bradyrhizobium* CUNMS 267 performed best, followed by the native *Rhizobium* strains CUNMS 162 and 169 in accession *Ch. rotundifolia* CIAT 18005. *Chamaecrista rotundifolia* CIAT 18005 did not respond to N application, and its response to inoculation with *Rhizobium* strain CUNMS 162 and 169, despite notably improving biomass and N content, was not significant. Native *Ch. rotundifolia* responded to both N application and inoculation with several of the tested strains. Although *Ch. nictitans* presented low adaptation, its response to inoculation with several *Rhizobium* strains and *Bradyrhizobium* CUNMS 267 was good. The effect of inoculation with *Rhizobium* strains on *Chamaecrista* was highly specific. *Rhizobium* strains CUNMS 162 and 169 and *Bradyrhizobium* CUNMS 267 elicited

promising responses and showed potential to recover eroded soils in Bajo Cauca de Antioquia.

Agradecimientos

Los autores agradecen a la Dirección de Investigaciones de la Universidad Nacional sede Medellín (DIME) por la financiación del presente trabajo como parte del Proyecto código 0802594 y al Banco de Germoplasma del Programa de Forrajes Tropicales del CIAT por el suministro del germoplasma de las especies de *Chamaecrista*.

Referencias

- Alvarez, L. C.; Zuluaga J. C.; Gómez E.; y Orozco P. F. 1997. Asociación maní (*Arachis hipogea*) inoculado con *Bradyrhizobium* spp. y pasto en suelos degradados por minería. Suelos Ecuatoriales 27:232-235.
- Allen, O. N. y Allen, O. K. 1981. The leguminosae a source book of characteristic uses and nodulation. The University Wisconsin Press. Madison.
- Carino, A. D. y Daehler, C. C. 2002. Can inconspicuous legumes facilitate alien grass invasions. Ecography 25(1):33-41.
- Casanova, A.; MacLeod, D.; y Scott, J. 1997. Forages to reclaim the red soils of southern China. En: Lee, B. (ed.). Partners issue number 10. China. Australian Center for International Agriculture Research (ACIAR). p.18-23
- Cruz, E. D.; Camarão, A. P.; y Simão, N. M. 1999. Forage production and nutritive value of *Chamaecrista rotundifolia* (Persoon) Greene in the eastern amazon, Brazil. Pasturas Tropicales. 21(3):46-48.
- Doignon-Bourcier, F.; Willems, A.; Coopman, R.; Laguerre, G.; Gillis, M.; y Lajudie, P. 2000. Genotypic characterization of *Bradyrhizobium* strains nodulating small senegalese legumes by 16S-23S rRNA intergenic gene spacers and amplified fragment length polymorphism fingerprint analyses. Appl. environ. microbiol. 66(9):3987-3997.
- Ducke, A. 1949. Notas sobre a flora neotropical. II. As leguminosas da amazonia brasileira. Bol. téc. no.18. 2ª. edición. IAN, Belém. 28 p.
- Flores-Franco, G. y Sousa-S, M. 2000. Especie nueva de *Chamaecrista* (leguminosae, cesalpinoideae) de mesoamérica. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. Bot. 71(1):19-23.
- Graham, G. 1984. Pastures species minor legume in Central Queensland Beef Industry Institute DPI Q/D and Lesland regle, Dept of natural resources Queensland.
- Lajudie-P.; Willems-A.; Nick, G.; Moreira,F.; Molouba, F.; y Hoste, B. 1998. Characterization of tropical tree rhizobia and description of *Mesorhizobium plurifarum* sp. nov. Intern. J. Syst. Bact. 48(2):369-382
- López, H. J. 1999. Determinación del efecto de algunos fungicidas sobre la simbiosis *Rhizobium*-arveja (*pisum sativum*). Tesis Ing. Agr., Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín. 110 p.
- Orozco, P. F. y Gómez F. E. 1994. Recuperación biológica de suelos. VII Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo, Memorias. Bucaramanga, Octubre 1994. p. 48-60.
- Orozco, F. H.; Medina, S. M; Restrepo, L. R.; y Cuartas, A.M. 2001. Interacción *Aeschynomene* spp. con bacterias Rhizobiaceae de suelos degradados por minería de aluvión. Suelos Ecuatoriales 31(2):249-255.
- Pueppke, S. G y Broughton, W. J. 1999. *Rhizobium* sp. strain NGR234 and *R. fredii* USDA257 share exceptionally broad, nested host ranges. Mol. Plant Microbe Interac.12(4):293-318AD.
- Rendón, M J. 1998. Caracterización de aislados de la familia Rhizobiaceae de suelos degradados por minería de aluvión del Bajo Cauca antioqueño. Tesis Ing. Agr., Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín. 107 p.
- Smith, A. C. 1985. Flora Vitiensis Nova: A new flora of Fiji, Lawai, Kawai, Hawai. Nat. Trop. Bot. Gard. 3:117-118.
- Whistler, W. A. 1988. Checklist of the weed flora of western Polynesia. Technical paper no. 194, South Pacific Comission, Noumea, Nueva Caledonia. p. 22.