

Efetividade de rizóbios isolados de solos da região Nordeste do Brasil na fixação do N₂ em amendoim (*Arachis hypogaea* L.)

Carolina Etienne Rosália e Silva Santos*, Newton Pereira Stamford, Ana Dolores Santiago Freitas, Iraci Maria de Mendonça Bastos Vieira, Sebastião Manhães Souto, Maria Cristina Prata Neves e Norma Gouveia Rumjanek

Departamento de Agronomia, Universidade Federal Rural de Pernambuco (Ufrpe), Rua Dom Manoel de Medeiros, s/n, Dois Irmãos, 52171-900, Recife, Pernambuco, Brasil. * Autor para correspondência. e-mail: etienne@ufrpe.br

RESUMO. Estirpes de rizóbio nativas e eficientes na fixação do N₂ podem contribuir para aumentar a produção de grãos e reduzir os custos com fertilizantes nitrogenados na região semi-árida do Brasil. Foi conduzido um experimento em casa de vegetação para avaliar a fixação do N₂ em 4 cultivares de amendoim inoculadas com isolados de rizóbios nativos da região Nordeste do Brasil. A cultivar (IAC) Tatu estabeleceu a associação mais eficiente, enquanto a BR1 foi dependente do N mineral aplicado e só apresentou níveis elevados de N total acumulado com o isolado S11. A maioria dos isolados foi eficaz para o acúmulo de matéria seca da parte aérea pelas cultivares IAC Tatu, Sertão e Embrapa 142-L7, em comparação com o tratamento com fertilização mineral. Os rizóbios nativos proporcionaram boa nodulação, com aumento no N total acumulado e no rendimento de matéria seca da parte aérea. Os rizóbios nativos mostraram-se promissores para a produção de inoculantes específicos para o amendoim.

Palavras-chave: fixação biológica de N₂, nodulação, simbiose.

ABSTRACT. Effectiveness of rhizobia on peanut (*Arachis hypogaea*) nitrogen fixation, isolated from semi-arid soils of northeastern Brazil. Nitrogen fixation by efficient native rhizobia strains may contribute to increase grain yield and to promote economy of nitrogen fertilizers in Brazilian semi-arid region. A greenhouse experiment was carried out in order to evaluate the nitrogen fixation efficiency of four peanut genotypes inoculated with rhizobia isolated from northeastern Brazil. The IAC Tatu cultivar established the most efficient symbiosis, while BR1 depended of N fertilizers application and showed high levels of total N in shoots only with S11 isolate. The majority of the rhizobia isolates established efficient symbiosis and N accumulation with IAC Tatu, Sertão and Embrapa 142-L7 genotypes, when compared to N mineral treatment. The results showed that native rhizobia can promote good nodulation, total N and dry matter yield, and may be used as specific inoculant for peanut in soils of Brazilian semi-arid region.

Key words: biological nitrogen fixation, nodulation, symbiosis.

Introdução

O amendoim é um produto consumido mundialmente. Cerca de 8 milhões de toneladas anuais de grãos destinam-se ao consumo como alimento “in natura” ou industrializado, e 15 a 18 milhões são esmagados para a fabricação de óleo comestível, sendo o Brasil um dos maiores produtores do mundo, com 10 milhões de toneladas, o que corresponde a 20% do total, alcançando o rendimento médio de 1.800 kg/ha (Geld, 1998). A safra das águas para 2004 está estimada em 67,2 mil toneladas/ha, superior em 6,2 mil toneladas/ha a cultivada em 2002/03, com a produção passando de 143,3 para 153,9, que representa um aumento de

7,4%. A safra da seca apresenta produção de 38,6 mil toneladas, cultivada em uma área de 21,3 mil hectares, o que significa um crescimento de 22,2% e 0,5%, respectivamente, em relação à safra anterior (Conab, 2004).

O amendoim realiza o processo da fixação do N₂, e a simbiose ocorre, predominantemente, com as bactérias do gênero *Bradyrhizobium*, caracterizadas pelo crescimento lento e reação alcalina em meio YM (Vincent, 1970). Entretanto, Santos (2001) constatou a existência de rizóbios com crescimento rápido e reação ácida em meio YM, capazes de formar nódulos em amendoim, em *stylosanthes* e *aeschynomene*, pertencentes à mesma tribo botânica (*Aeschynomene*), em solos da região Nordeste do

Brasil, com baixa, média e alta eficiência em fixar N₂. Resultados semelhantes foram obtidos por Martins *et al.*, (1997), trabalhando com feijão caupi, que é considerado como sendo capaz de formar simbiose também com as bactérias do gênero *Bradyrhizobium*.

Em pesquisa visando à obtenção de novos isolados de rizóbios adaptados para solos ácidos, salinos e alcalinos, realizada no período de 1984 a 1986 pelo Núcleo de Fixação Biológica do N₂ nos Trópicos (NFBNT/UFRPE), foram selecionadas bactérias de crescimento rápido e com produção de ácido e tolerantes a altas temperaturas, a partir de nódulos de soja, caupi e amendoim (Stamford *et al.*, 1995b).

A prática de inoculação do amendoim não é muito comum, uma vez que esse normalmente encontra-se nodulado devido a suas raízes serem colonizadas por uma ampla faixa de rizóbio tropical (Thies *et al.*, 1991). No entanto, a resposta efetiva dessa leguminosa à inoculação poderia trazer benefícios significativos, tanto do ponto de vista agroecológico (Franco e Balieiro, 2000) quanto do ponto de vista econômico (Sanginga *et al.*, 1996). Vários fatores podem determinar a necessidade de inoculação em regiões tropicais, tais como a reduzida população de rizóbio nativo do solo, principalmente em áreas submetidas a temperaturas elevadas ou à baixa umidade do solo, ou áreas sem histórico de cultivo anterior com leguminosas (Martins *et al.*, 1997).

Apesar das vantagens da prática da inoculação com rizóbio, pouco se conhece sobre a contribuição na fixação biológica do nitrogênio e da nodulação por rizóbios nativos em leguminosas tropicais, bem como sobre o grau de especificidade. Com a finalidade de avaliar a nodulação em várias leguminosas, em condições tropicais, Stamford *et al.* (1999) observaram grande variação na efetividade em relação as hospedeiras. Nas associações com leguminosas e rizóbios na África e na região semi-árida do Nordeste do Brasil, observa-se que os isolados nativos são bastante resistentes às temperaturas elevadas e aos estresses hídricos, podendo fixar N₂ em condições edafo-climáticas desfavoráveis, com boa produtividade, e sem o uso de fertilizantes nitrogenados (Stamford *et al.*, 1999). Entretanto, é necessária a avaliação dos rizóbios nativos, de modo a possibilitar a seleção de estirpes altamente eficientes em condições adversas.

O presente trabalho teve como principal objetivo avaliar a efetividade da fixação do N₂ por diferentes cultivares de amendoim, inoculadas com isolados de rizóbios nativos da região Nordeste do Brasil, cultivadas em solos amostrados na região semi-árida de Pernambuco, sob diferentes coberturas vegetais.

Material e métodos

As plantas foram cultivadas em casa de vegetação, localizada no município de Recife, Pernambuco, no período 03 de janeiro a 20 de março de 2000. A temperatura interna e a umidade relativa do ar variaram entre 30°C e 38°C e 70% a 89%, respectivamente. Foram utilizados vasos contendo 5 kg de solo da camada superficial (0 cm-20 cm) de um Cambissolo Háplico Tb Eutrófico (Embrapa, 1999), coletado no município de Serra Talhada – Estado de Pernambuco, (coordenadas 07° 59' 00" S e 38° 19' 16" W), região semi-árida de Pernambuco. O solo foi seco ao ar, destorroado, peneirado a 5 mm, homogeneizado e adicionado aos vasos. Amostras foram submetidas à análise (Embrapa, 1997), cujos resultados estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Atributos químicos do cambissolo utilizado nas diversas amostras de solo do experimento, de acordo com os diferentes sistemas de cobertura vegetal.

Cobertura vegetal do solo	pH (1:2,5)		Complexo sortivo				P
	H ₂ O	KCl	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	
	mmol/kg			mg/kg			
Leucena	7,5	6,5	46,8	14,1	37	181	63
Amendoim	7,0	6,0	20,1	11,0	36	140	60
Sabiá	6,5	6,0	24,6	12,7	30	148	58
Caatinga nativa	7,1	6,0	49,5	10,0	37	180	83

As amostras de solos foram coletadas no município de Serra Talhada, região semi-árida de Pernambuco, em áreas com as seguintes coberturas vegetais: vegetação nativa da caatinga; cultivo com leucena (*Leucaena leucocephala*) em sistema de plantio orgânico após cinco anos de implantação com adição de húmus de minhoca, inoculação com rizóbio específico para leucena e micorrizas; cultivo com sabiá (*Mimosa caesalpinifolia*) em sistema de plantio orgânico com cinco anos de implantação com adição de húmus de minhoca, inoculação com rizóbio específico para sabiá e micorrizas; área cultivada com amendoim (*Arachis hypogaea*) em sistema de cultivo convencional.

Todos os vasos receberam uma adubação básica, isenta de nitrogênio, de acordo com a análise do solo, seguindo a recomendação para o Estado de Pernambuco (IPA, 1998). Fósforo e potássio foram adicionados na forma de KH₂PO₄ e KCl, respectivamente. Na fertilização com micronutrientes, foi usada a solução para leguminosas recomendada por Norris (1964), aplicando-se 1 mL/kg de solo. Durante todo o período experimental a umidade foi mantida próximo a capacidade de campo, utilizando água de torneira, passada em filtro de carvão ativado.

Os tratamentos utilizados foram: 4 cultivares de amendoim: BR1 (Embrapa Algodão); Embrapa

142-L7 Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária e Embrapa Algodão; Instituto Agronômico de Campinas IAC Tatu; e Sertão, selecionada por produtores do sertão nordestino. Com 12 isolados de rizóbio nativo (S10, S11, A40, A49, A72, A75, A105, A135, A140 e A296 e Aes19), obtidos a partir de nódulos de plantas de amendoim (*Arachis hypogaea*), de *Stylosanthes* (*Stylosanthes guyanensis*) e de *Aeschynomene* (*Aeschynomene americana*), cultivadas em solos da região Nordeste do Brasil, e as quatro coberturas do solo utilizado acima mencionadas. E dois tratamentos controles: a) sem inoculação com rizóbio e sem adição de N; b) sem rizóbio e com N-mineral (100 mg/kg), na forma de nitrato de amônio. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, obedecendo ao esquema fatorial (4x14x4), com três repetições.

As sementes de amendoim foram superficialmente desinfetadas, por imersão em álcool a 70% e hipoclorito de sódio a 1%, por 2 minutos. Após o tratamento foi feita a semeadura (5 sementes por vaso), realizando-se desbaste para duas plantas por vaso, 10 dias após a semeadura. A inoculação foi realizada por ocasião do plantio, utilizando-se inóculo com rizóbio (1 mL/planta). O inóculo foi produzido com meio extrato de levedura-Manitol (YM) líquido, padronizado para uma concentração de 10^8 células de rizóbio/mL (Bohrer e Hungria, 1998).

As plantas de amendoim foram colhidas aos 42 dias após a emergência (DAE). As raízes foram separadas da parte aérea, e os nódulos foram retirados, contados e colocados para secar em estufa a 60°C, por 72 horas. A parte aérea foi colocada em sacos de papel, conduzida para secagem em estufa e, após a secagem, pesada, moída e analisado o teor de N-total pelo método Kjeldhal, em analisador automático Kjeltex 1030, de acordo com a metodologia descrita por Malavolta *et al.* (1989). Em seguida foi calculada a taxa de eficácia das estirpes em relação às cultivares, conforme Date e Norris (1979), com base no acúmulo de matéria seca das plantas inoculadas em relação ao acúmulo de matéria seca das plantas do tratamento controle com N-fertilizante. Com os dados obtidos foi realizada a análise de variância, utilizando-se o programa estatístico MSTATC, comparando-se as médias, quando significativas, pelo teste de Tukey, em **Tabela 2**. Valores médios de número de nódulos das diferentes cultivares de amendoim e das diferentes coberturas vegetais do cambissolo estudado em função da inoculação com os isolados de rizóbio nativos da região Nordeste do Brasil.

nível de 5% de probabilidade.

Resultados e discussão

Os resultados obtidos para a nodulação (número e biomassa seca de nódulos) estão apresentados na Tabela 2. Observa-se que os tratamentos sem inoculação, com e sem adição de N, apresentaram menor quantidade de nódulos, quando comparados com as plantas inoculadas com rizóbio. A inoculação com todos os isolados avaliados formou uma grande quantidade de nódulos, produzindo de 100 a mais de 300 nódulos por planta. O isolado S11 foi o que induziu a produção de maior número de nódulos na maioria das cultivares e, em especial, na cultivar IAC Tatu, na qual induziu a formação de mais de 300 nódulos. Esse genótipo induziu a formação de grande quantidade de nódulos com todos os isolados. A cultivar BR1, apesar de ter apresentado mais nódulos do que os tratamentos controle, de uma maneira geral, formou nódulos ineficazes, tendo em vista a falta de coloração característica de nodulação efetiva.

Os resultados revelaram que os isolados usados foram bastante competitivos e capazes de se estabelecer em diferentes solos. O estabelecimento dos isolados inoculados deve ter sido facilitado pelo baixo número de rizóbio nativo nas amostras de solo, o que pode ser observado pela baixa nodulação das plantas controle. Além desse fato, a alta concentração de rizóbios usada nos inoculantes, 10^8 células/mL, certamente favoreceu a nodulação.

A cultivar IAC Tatu, além de formar mais nódulos, também produziu maior biomassa nodular (Tabela 3), variando de 0,6 g/planta a 0,7 g/planta. Os tratamentos sem inoculação, com e sem adição de N fertilizante, apresentaram baixa biomassa nodular. A cv. BR1, apesar de ter promovido a formação de mais de 100 nódulos por planta, independente do inoculante utilizado, apresentou massa nodular semelhante aos controles com e sem inoculação.

Observa-se que o tratamento sem adição de inoculante apresentou biomassa nodular mais baixa enquanto que a adição de N, como esperado, promoveu uma redução na biomassa nodular formada por rizóbios nativos.

Isolados de rizóbio ⁽¹⁾	Cultivares					Cobertura vegetal		
	IAC Tatu	L 7	Sertão	BR 1	Caatinga	Leucena	Sabiá	Amendoim
	-----Número de nódulos / planta -----							
S10	258	221	168	168	185	184	175	270

S11	313	262	234	172	261	230	247	241
Aes19	253	185	177	121	191	189	174	182
A40	231	186	152	94	165	578	160	141
A49	232	178	166	107	176	172	153	182
A72c	209	172	182	101	214	152	125	173
A75	205	184	164	119	191	149	143	179
A105	216	200	175	137	219	175	151	182
A115	239	226	214	193	198	187	206	230
A135	248	228	203	210	219	203	226	240
A140	236	195	179	132	173	209	190	170
A296	192	143	143	107	167	151	135	130
N mineral (100 mg/kg)	9	9	10	9	9	8	9	10
Controle sem N	5	6	6	5	5	5	5	6
CV (%)	8,47							
DMS (1%)	35,35							

⁽¹⁾ S isolados provenientes de *Stylosanthes*, Aes de *Aeschynomene* e A de amendoim.

Tabela 3. Valores médios da biomassa seca dos nódulos das diferentes cultivares de amendoim e das diferentes coberturas vegetais do cambissolo estudado em função da inoculação com os isolados de rizóbio nativos da região Nordeste do Brasil.

Isolados de rizóbio ⁽¹⁾	Cultivares				Cobertura vegetal			
	IAC Tatu	L 7	Sertão	BR 1	Caatinga	Leucena	Sabiá	Amendoim
	----- Biomassa seca de nódulos mg / planta -----							
S10	569	440	322	81	377	339	326	369
S11	571	394	308	87	339	382	304	335
Aes19	570	347	338	74	307	358	323	341
A40	538	342	288	62	312	290	317	308
A49	495	297	275	52	319	315	219	265
A72c	546	468	396	64	375	404	354	340
A75	487	420	370	98	316	343	367	347
A105	487	358	340	98	365	312	304	300
A115	538	427	372	66	405	349	364	284
A135	673	472	451	83	426	448	402	402
A140	593	460	444	89	369	428	389	400
A296	633	476	443	91	395	396	404	448
N mineral (100 mg/kg)	276	176	174	79	164	196	187	156
Controle sem N	76	47	44	39	44	48	54	60
CV (%)	17,1							
DMS (1%)	0,07							

⁽¹⁾ S isolados provenientes de *Stylosanthes*, Aes de *Aeschynomene*, e A de amendoim.

Os resultados indicaram que a inoculação dos genótipos de amendoim em áreas de solos com baixo teor de N disponível, como é o caso da região semi-árida de Pernambuco, foi fundamental para aumentar a nodulação das raízes. A nodulação foi muito dependente do genótipo de amendoim, mas também foi bastante influenciada pela cobertura. Stamford *et al.* (1991) trabalhando com caupi em dois solos da região semi-árida (aluvial e um podzólico vermelho amarelo), sob diferentes regimes de rega, verificaram maior nodulação no solo aluvial, independente do fator umidade.

Os resultados de produção de biomassa seca da parte aérea das plantas revelaram que nas condições em que o experimento foi conduzido, os isolados de rizóbios nativos da região Nordeste do Brasil, quando usados como inoculantes em amendoim, mostraram-se eficientes, entretanto, foram observados comportamentos diferentes

com relação às cultivares e aos solos utilizados.

Os maiores rendimentos de biomassa seca da parte aérea obtidos com os isolados (4,23 g /planta, 3,07 g /planta e 3,72 g /planta) foram com as cultivares IAC Tatu, Embrapa 142-L7 e Sertão, respectivamente, sendo superiores aos obtidos com a cultivar BR1 (Tabela 4).

Quando inoculada, a cultivar IAC Tatu alcançou produção de biomassa seca semelhante ao controle com a aplicação de N mineral (100 mg/kg), porém para as outras cultivares a produção de matéria seca da parte aérea foi sempre maior quando aplicado N mineral. As cultivares IAC Tatu, Embrapa 142-L7 e Sertão tiveram bom rendimento com a maioria dos isolados, enquanto a cultivar BR 1 não respondeu à inoculação, e manteve acúmulo médio de biomassa seca semelhante ao tratamento sem inoculação e sem adição de N mineral.

Tabela 4. Valores médios de biomassa seca da parte aérea das plantas das diferentes cultivares de amendoim e das diferentes coberturas vegetais do cambissolo estudado em função da inoculação com os isolados de rizóbio nativos da região Nordeste do Brasil.

Isolados de rizóbio ⁽¹⁾	Cultivares				Cobertura vegetal			
	IAC Tatu	L 7	Sertão	BR 1	Caatinga	Leucena	Sabiá	Amendoim
	-----Biomassa seca da parte aérea (g / planta)-----							
S10	3,69	2,71	3,15	2,43	3,73	3,61	3,07	2,58
S11	3,72	3,07	3,60	2,57	3,38	2,98	2,76	2,23
Aes19	3,37	2,75	2,97	2,01	3,3	2,79	2,45	2,59
A40	3,29	2,49	2,79	2,58	3,29	2,79	2,5	2,58
A49	3,47	2,01	3,35	2,59	3,47	3,35	2,02	2,59
A72c	3,34	2,40	3,61	2,46	3,33	3,61	2,44	2,46
A75	3,28	2,96	3,05	2,16	3,29	3,06	2,96	2,17
A105	4,23	2,95	3,20	2,06	4,24	3,20	2,95	2,66
A115	3,42	2,05	3,26	1,82	3,42	3,27	2,05	2,06
A135	3,33	2,01	3,36	2,16	3,32	3,36	2,02	2,16
A140	3,40	2,05	3,72	1,85	3,4	3,72	2,06	2,09
A296	2,85	2,08	3,19	1,54	2,85	3,19	2,83	1,54
N mineral (100 mg/kg)	4,73	4,55	4,89	4,22	4,74	4,89	4,56	4,22
Controle sem N	2,50	1,32	0,90	1,22	0,85	1,13	1,32	1,22
CV (%)	11,25							
DMS (1%)	0,36							

⁽¹⁾ S isolados provenientes de *Stylosanthes*, Aes de *Aeschynomene*, e A de amendoim.

Observa-se que o acúmulo de biomassa seca da parte aérea, decorrente da inoculação com estirpes de rizóbios também foi afetado pelo histórico de uso do solo. O tratamento sem N e sem inoculação proporcionou o menor acúmulo de biomassa seca, provavelmente devido ao baixo teor de N do solo usado, o que deve ter favorecido a atuação dos rizóbios e da adubação mineral, proporcionando um considerável aumento na produção de biomassa seca da parte aérea das plantas de amendoim.

Observa-se na Tabela 5 que o N total acumulado na parte aérea manteve a mesma tendência observada para a produção de biomassa seca da parte aérea e da biomassa nodular, com diferenças mais acentuadas com relação a biomassa seca da parte aérea. As cultivares IAC Tatu e Embrapa 142-L7, quando inoculadas com as estirpes S10 e S11, apresentaram os mais altos valores de N total na parte aérea e, dependendo do isolado, alcançaram valores de N total acumulado mais alto do que o tratamento com adição de N mineral. A cultivar BR1 só apresentou aumento no N total acumulado proveniente da FBN quando inoculada com a estirpe A105. Por outro lado, a cultivar BR1 foi responsiva à adubação com N mineral, tendo proporcionado significativo aumento de biomassa seca e N total na parte aérea, o que sugere que a mesma é dependente de N do solo. A cultivar BR1 foi desenvolvida para a Zona da Mata, Agreste e vales irrigados de Pernambuco, Recôncavo Baiano e Brejo da Paraíba, e não para a região semi-árida, o que deve ter influenciado nos resultados obtidos.

Os isolados S10, S11, A105 e A140 proporcionaram acúmulo de N-total na parte aérea das plantas de amendoim, superior ao obtido com uma aplicação de 100 mg/kg solo de N, quando as

plantas foram cultivadas em solo da área da caatinga e da área com plantio de sabiá.

As cultivares IAC Tatu e Embrapa 142-L7 responderam melhor à inoculação do que à cultivar BR1, a qual respondeu à adubação nitrogenada. Santos (2001), trabalhando com as cultivares IAC Tatu, Embrapa 142-L7 e BR1, constatou que tanto IAC Tatu quanto Embrapa 142-L7 apresentaram alto grau de especificidade em relação ao microssimbionte, enquanto que a cultivar BR1 apresentou uma ampla faixa hospedeira. Os resultados encontrados estão de acordo com Vargas *et al.* (1994), que sugeriram que hospedeiros mais específicos, em relação ao microssimbionte, respondem melhor à inoculação. Stamford e Neptune (1979) também observaram especificidade hospedeira e variabilidade de resposta para N total acumulado e peso de nódulos, usando diferentes cultivares de caupi associadas com estirpes pré-selecionadas, provenientes de caupi e de outras leguminosas.

As plantas cultivadas no solo sob caatinga nativa e no solo sob cultivo de leucena foram as que responderam melhor à inoculação. O isolado A105, quando inoculado em plantas cultivadas no solo proveniente da área de caatinga, proporcionou um acúmulo de matéria seca equivalente à adição de N mineral (100 mg/kg).

A taxa de eficácia calculada pela fórmula de Date e Norris (1979) revela que os isolados S10 e S11 foram muito eficazes com a cultivar Sertão, usada pelos agricultores da região, apresentando um percentual de biomassa seca da parte aérea em relação ao controle com N fertilizante, superior a 80% (Tabela 6). Os isolados S11 e Aes19 apresentaram taxa de eficácia em torno de 94%. Todos os isolados usados, de uma maneira geral,

foram eficazes com as cultivares IAC Tatu, Embrapa 142-L7 e Sertão, apresentando taxa de eficácia, variando de 50% a 90%. Por outro lado, observa-se que quase todos os isolados foram pouco eficazes ou ineficazes quando inoculados na cultivar BR1, inferior a 50%, a qual apresentou maior grau de especificidade hospedeira, só havendo fixação de N₂ eficiente quando a mesma foi inoculada com os isolados A105 e A72c.

A eficácia dos isolados também foi influenciada pelas diferentes coberturas do solo utilizado. O isolado A105 e S11 foram muito eficazes, apresentando mais de 80% de acúmulo de biomassa seca em relação ao controle com N, nas

plantas cultivadas no solo de área de caatinga nativa. Nas áreas com outro tipo de manejo, como o solo cultivado com sabiá e cultivado com leucena, a eficácia calculada ficou entre 50% e 80%.

Esse resultado é bastante relevante, tendo em vista que trabalhos desenvolvidos com leguminosas tropicais em geral mostram que rizóbio nativo é ineficaz ou de baixa eficácia (Vidor *et al.*, 1979; Thies *et al.*, 1991; Stamford *et al.*, 1995b). Por outro lado, Martins *et al.* (1997), também encontraram isolados de rizóbios nativos da região Nordeste do Brasil com baixa, média e alta eficiência na fixação de N₂.

Tabela 5. Valores médios de N-total acumulado na parte aérea das plantas das diferentes cultivares de amendoim e das diferentes coberturas vegetais do cambissolo estudado em função da inoculação com os isolados de rizóbio nativos da região Nordeste do Brasil.

Isolados de rizóbio ⁽¹⁾	Cultivares				Cobertura vegetal			
	IAC Tatu	L 7	Sertão	BR 1	Caatinga	Leucena	Sabiá	Amendoim
	----- N total acumulado (mg/planta) -----							
S10	181	122	77	31	133	83	110	83
S11	189	132	83	43	122	113	129	148
Aes19	139	96	79	42	105	91	89	69
A40	126	92	81	40	103	87	73	74
A49	150	78	70	43	105	58	97	79
A72c	111	94	91	47	96	68	104	72
A75	135	102	73	36	96	93	88	68
A105	131	94	65	66	121	83	88	61
A115	108	87	78	45	101	58	96	60
A135	119	88	71	47	101	34	98	68
A140	146	115	85	34	117	63	122	76
A296	89	64	71	42	79	56	87	41
N mineral (100 mg/kg)	88	82	87	74	91	75	94	69
Controle sem N	45	35	40	38	31	44	38	43
CV (%)	20,22							
DMS (1%)	24,64							

⁽¹⁾ S isolados provenientes de *Stylosanthes*, Aes de *Aeschynomene*, e A de amendoim.

Tabela 6. Valores médios da eficácia dos isolados em relação ao controle com N mineral das plantas das diferentes cultivares de amendoim e das diferentes coberturas vegetais do cambissolo estudado em função da inoculação com os isolados de rizóbio nativos da região Nordeste do Brasil.

Isolados de rizóbio ⁽¹⁾	Cultivares				Cobertura vegetal			
	IAC Tatu	L 7	Sertão	BR 1	Caatinga	Leucena	Sabiá	Amendoim
	----- Eficácia dos isolados de rizóbio (%) -----							
S10	58,75	79,21	90,16	28,81	71,38	64,47	76,47	53,95
S11	66,13	93,92	86,20	31,36	80,55	65,75	76,14	62,18
Aes19	64,86	93,92	69,80	32,49	73,29	57,84	63,40	54,14
A40	64,88	71,20	72,53	30,21	69,92	54,52	59,09	63,11
A49	60,64	66,43	77,88	35,92	74,26	40,83	71,75	63,24
A72c	69,63	76,70	72,10	68,44	72,14	52,00	77,50	60,60
A75	63,22	77,61	72,12	30,44	72,29	62,22	66,28	54,01
A105	62,97	74,66	76,29	50,75	91,12	61,61	68,73	51,67
A115	62,23	71,51	63,99	34,87	72,64	45,78	69,17	51,64
A135	65,65	65,92	62,93	37,96	71,78	42,50	72,58	53,93
A140	71,34	73,38	66,90	28,76	73,45	44,56	79,82	51,89
A296	65,65	50,33	61,92	33,36	61,26	45,39	67,25	35,96
CV (%)	13,34							
DMS (1%)	16,12							

⁽¹⁾ S Isolados provenientes de *Stylosanthes*, Aes de *Aeschynomene*, e A de amendoim.

Conclusão

As cultivares IAC Tatu, Embrapa 142-L7 e Sertão estabeleceram associações efetivas com a maioria dos

isolados de rizóbios nativos da região Nordeste do Brasil, proporcionando boa nodulação, bom acúmulo de N-total e bom rendimento de biomassa seca na parte aérea e maior taxa de eficácia nas plantas de amendoim, quando comparados com o controle com e sem N mineral.

A cultivar BR1 foi mais específica, sendo apenas efetiva quando inoculada com o isolado A105.

A cultivar Sertão, utilizada pelos agricultores da região, apresentou potencial para a fixação biológica do N₂, em associação com rizóbios nativos.

A efetividade dos rizóbios também foi influenciada pela cobertura vegetal do cambissolo utilizado, na qual a cobertura vegetal sob caatinga proporcionou maior acúmulo de N-total e rendimento de biomassa seca na parte aérea e maior taxa de eficácia das plantas de amendoim, do que os solos de sob cultivo de leucena, sabiá e amendoim.

Os isolados de rizóbios nativos estudados mostraram-se bastante promissores para serem utilizados como inoculantes para a cultura do amendoim.

Referências

- BOHRER, T.R.J.; HUNGRIA, M. Avaliação de cultivares de soja quanto à fixação biológica do nitrogênio. *Pesq. Agropecu. Bras.*, Brasília, v. 33, p. 937-952, 1998.
- BREMER, J.J.M. Total nitrogen *In*: BLACK, C.A. (Ed.). *Methods of Soil Analysis*. Madison: American Society of Agronomy, 1965. p. 1149-1176.
- CONAB. Ministério da Agricultura. Estimativa da produção, da área plantada e de grãos de amendoim-Safras. Março de 2004.
- DATE, R.A.; NORRIS, D.O. *Rhizobium* screening of *Stylosanthes* species for effectiveness in nitrogen fixation. *Aust. J. Agric. Res.*, Collingwood, v. 30, p. 85-104, 1979.
- EMBRAPA-Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. *Manual de métodos de análise de solos*. 2. ed. Centro Nacional de Pesquisa do Solo. Rio de Janeiro, 1997.
- EMBRAPA-Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. *Manual de Métodos para Análise de solos Sistema Brasileiro de Classificação de Solos*. 2. ed. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisa do Solo, 1999.
- FRANCO, A.A.; BALIEIRO, F. The role of biological nitrogen fixation in land reclamation agroecology and sustainability of tropical agriculture: *In*: ROCHA MIRANDA, C.E. (Ed.). *Transition global sustainability: the contribution of Brazilian science*. Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciências, 2000. p. 209-233.
- GELD, S. Boas-vindas ao futuro. *Agroanalysis*, Rio de Janeiro, v. 18, p. 23-24, 1998.
- IPA-EMPRESA PERNAMBUCANA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. *Recomendação de adubação para o estado de Pernambuco*. 2. ed. Recife, 1998.
- MALAVOLTA, E. *et al. Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações*. Piracicaba: Potafós, 1989.
- MARTINS, L.M.U. *et al.* Growth characteristics and symbiotic efficiency of rhizobia isolated from cowpea nodules of the north-east of Brazil. *Soil. Biol. Biochem.*, Oxford, v. 29, p. 1005-1010, 1997.
- NORRIS, D.O. *Some concepts and methods in sub-tropical pasture research*. London: Commonwealth Bureau of Pasture and Field Crops, 1964 (Bulletin, 47).
- SANGINGA, N. *et al.* Nodulation and estimation of symbiotic nitrogen fixation by herbaceous and shrub legumes in Guinea savana in Nigeria. *Biol. Fert. Soils.*, Croydon, v. 23, n. 4, p. 441-448, 1996.
- SANTOS, C.E.R.S. *Diversidade de rizóbio nativo da região nordeste do Brasil capaz de nodular amendoim (Arachis hypogaea), Stylosanthes e Aeschynomene*. 2001. Tese (Doutorado)-Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2001.
- STAMFORD, N.P.; NEPTUNE, A.M.L. Especificidade hospedeira e competição entre estirpes de *Rhizobium* em inoculação cruzada com quatro cultivares de *Vigna unguiculata* (L.) Walp. *Ômega*, Recife, v. 3, p. 25-34, 1979.
- STAMFORD, N.P. *et al.* Seleção de rizóbio para caupi cultivado em solo ácido do semi-árido do Brasil. *Pesq. Agropecu. Bras.*, Brasília, v. 25, p. 545-552, 1991.
- STAMFORD, N.P. *et al.* Symbiotic effectiveness of several tropical *Bradyrhizobium* strains on cowpea under a long-term exposure to nitrate: relationships between nitrogen and nitrate reduction activities. *J. Plant Physiol.*, Stuttgart, v. 147, p. 378-382, 1995a.
- STAMFORD, N.P. *et al.* Avaliação de estirpes de rizóbio para jacatupé em regime de temperatura elevada. *Rev. Bras. Cienc. Solo*, Campinas, v. 19, p. 49-54, 1995b.
- Stamford, N.P. *et al.* Efeito da fertilização com fósforo, potássio e magnésio em jacatupé infectado com rizóbios em um latossolo álico. *Pesq. Agropecu. Bras.*, Brasília, v. 34, p. 1831-1838, 1999.
- THIES, J.E. *et al.* Subgroups of de Cowpea miscellany: symbiotic specificity within *Bradyrhizobium* spp. for *Vigna unguiculata*, *Phaseolus lunatus*, *Arachis hypogaea* and *Macroptilium atropurpureum*. *Appl. Environ. Microbiol.*, Washington, DC, v. 57, p. 1540-1545, 1991.
- VARGAS, M.T. *et al.* *Fixação Biológica de Nitrogênio em solos de Cerrados*. Brasília: Embrapa-CPAC; Embrapa-SPI, 1994, 83 p.
- VIDOR, C. *et al.* Competição por sítios de infecção nodular entre estirpes de *Rhizobium japonicum* em cultivares de soja (*Glycine Max* (L) Merrill.). *Agron. Sulriogr.*, Porto Alegre, v. 15, p. 227-238, 1979.
- VINCENT, J.M. *A Manual for the Practical Study of Root Nodule Bacteria*. Scientific Publications. Oxford: Blackwell, 1970, (IBP Handbook, 15).

Received on July 05, 2004.

Accepted on April 11, 2005.