



Inoculação de variedades locais de feijão macassar com estirpes selecionadas de rizóbio

Carolina L. Vieira¹, Ana D. Freitas², Acácia F. Silva¹, Everardo V. Sampaio¹ & Maria do S. Araújo³

RESUMO

A combinação eficiente entre variedades e estirpes de rizóbio é importante para aumentar a produtividade do feijão macassar; entretanto, estirpes selecionadas não foram testadas com a maioria das variedades cultivadas na região semiárida do Nordeste do Brasil. Com o objetivo de avaliar a eficiência de quatro estirpes recomendadas de rizóbio em seis variedades de feijão macassar cultivadas no Agreste da Paraíba, conduziu-se um experimento fatorial em blocos casualizados com três repetições, em vasos de Leonard contendo substrato estéril. As variedades IPA 206, Sedinha, Corujinha, Canapu, Sempre Verde e Azul, receberam inoculação com as estirpes BR 3267, BR 2001, EI 6 e NFB 700, além dos tratamentos com e sem fertilização nitrogenada. As plantas foram colhidas 40 dias após o plantio. As estirpes BR 3267 e BR 2001 produziram os melhores resultados quanto a biomassa, teores e conteúdos de N na planta e número de nódulos. A inoculação com a EI 6 resultou em um desempenho fraco, especialmente com a variedade IPA 206. O desempenho da estirpe NFB 700 foi um pouco melhor que o da EI 6. Sedinha e Sempre Verde foram as melhores variedades em produtividade de biomassa, conteúdo de N e número de nódulos.

Palavras-chave: FBN, feijão-caupi, *Vigna unguiculata* (L.) Walp, SEMIA 6462, SEMIA 6145

Inoculation of local cowpea varieties with selected rhizobia strains

ABSTRACT

The efficient combination of cowpea variety and rhizobia strain is important to raise crop productivity. However, selected strains have not been tested with most of the varieties cultivated in the semiarid area of Northeast Brazil. To evaluate the efficiency of four recommended strains with six cowpea varieties cultivated in the Agreste region of Paraíba, a completely randomized factorial experiment, with three replications, was conducted in Leonard pots filled with sterilized substrate. Varieties "IPA 206", "Sedinha", "Corujinha", "Canapu", "Sempre Verde" and "Azul" were inoculated with BR 3267, BR 2001, EI 6 and NFB 700 strains, plus two treatments with, and without, N fertilizer. Plants were harvested 40 days after sowing. BR 3267 and BR 2001 strains produced the highest biomass, N concentrations and contents and nodule numbers. Inoculation with EI 6 resulted in poor plant performance, especially with variety IPA 206. Performance with NFB 700 was slightly better than with EI 6. Sedinha and Sempre Verde were the best varieties regarding biomass, N content and nodule numbers.

Key words: BNF, *Vigna unguiculata* (L.) Walp, SEMIA 6462, SEMIA 6145

¹ DEN/UFPE, Av. Prof. Luís Freire, 1000, Cidade Universitária, CEP 50740-540, Recife, PE. Fone (81) 21267979. E-mail: esampaio@ufpe.br; everardo.sampaio@pq.cnpq.br; carollv7@hotmail.com; acacias@chesf.gov.br

² DEPA/UFPE, Av. Dom Manoel de Medeiros s/n, Dois Irmãos, CEP 52171-900, Recife, PE. Fone (81) 33206237. E-mail: ana.freitas@depa.ufpe.br; ana.freitas@pq.cnpq.br

³ DG/UFPE, Fone (81) 21267979. E-mail: socorro@ufpe.br

INTRODUÇÃO

A cultura do feijão macassar (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) tem grande importância no Nordeste brasileiro por ser uma das principais culturas de subsistência e base alimentar para a população rural de baixa renda da região (Freire Filho et al., 1999). O macassar apresenta rusticidade, tolerância às adversidades para se desenvolver em ambientes desfavoráveis e capacidade de interagir com micro-organismos fixadores de nitrogênio atmosférico, estabelecendo simbiose (Martins et al., 2003; Zilli et al., 2006) mas, via de regra, as sementes não são inoculadas antes do plantio e as produtividades são baixas.

Como o feijão macassar tem a capacidade de ser nodulado por uma ampla faixa de rizóbios (Rumjanek et al., 2005), é provável que, em muitas situações, as estirpes nativas dos solos nodulem as plantas e formem simbiose eficiente (Silva et al., 2008); no entanto, o desempenho da simbiose quanto à fixação biológica do nitrogênio (FBN) depende da interação entre planta e micro-organismo (Souza et al., 1999; Krasovawade et al., 2003; Schulze, 2004; Lima et al., 2005; Jemo et al., 2006; Lacerda & Silva, 2006). Pouco se sabe sobre as estirpes nativas dos solos da região, mas já foram identificadas algumas com boa capacidade de FBN, inclusive a oficialmente recomendada para a cultura (Martins et al., 2003). Apesar de selecionadas, essas estirpes não foram testadas com a ampla gama de variedades locais de feijão macassar usadas tradicionalmente pelos agricultores da região semiárida. Algumas das variedades locais podem ter baixa eficiência de FBN com essas estirpes selecionadas e até melhor desempenho com alguma nativa dos solos da região.

A seleção das melhores combinações de variedades locais e estirpes é oportuna para tentar aumentar a produtividade da cultura nas condições do semiárido nordestino visto que a disponibilidade de N do solo é, em geral, baixa e praticamente não se faz adubação nitrogenada; desta forma, as plantas dependem, em grande parte, do N provido pela FBN.

Este trabalho foi realizado com o objetivo avaliar a eficiência de quatro estirpes de rizóbio oficialmente recomendadas, em seis variedades de feijão macassar cultivadas na região do Agreste da Paraíba.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na casa de vegetação do Departamento de Energia Nuclear da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), em Recife, e constou de três blocos casualizados, com arranjo fatorial 6 x 6, sendo seis variedades de feijão macassar e quatro estirpes de rizóbio mais um tratamento com adubação nitrogenada e outro sem adubação nitrogenada.

As variedades escolhidas foram a IPA 206 e cinco locais (Sedinha, Corujinha, Canapu, Sempre Verde e Azul), selecionadas pela ONG AS-PTA (Assessoria para Projetos em Agricultura Alternativa) como as mais importantes nas comunidades de agricultores familiares do Agreste da Paraíba.

Utilizaram-se quatro estirpes de rizóbio selecionadas para inoculação do feijão macassar: BR 3267 (ou SEMIA 6462), isolada de *Vigna unguiculata* (L.) Walp (Martins et al., 2003)

e BR 2001 (ou SEMIA 6145), isolada de *Crotalaria juncea* L. (Figueiredo et al., 1999), oriundas da Embrapa/CNPAB e recomendadas pela RELARE (Rede de Laboratórios para Recombinação, Padronização e Difusão de Tecnologia de Inoculantes Microbiológicos de Interesse Agrícola); EI 6, isolada de *Vigna unguiculata* (L.) Walp (Figueiredo et al., 1999) e selecionada pelo IPA (Instituto Agrônomo de Pernambuco), e NFB 700, isolada de *Cajanus cajan* (L.) e selecionada pelo NFBNT (Núcleo de Fixação Biológica do Nitrogênio nos Trópicos) da UFRPE (Stamford et al., 1995).

Montou-se o experimento utilizando-se vasos de Leonard (Vincent, 1970) modificados, acrescidos de um canudo (tubo plástico de 20 cm) para reposição de solução nutritiva; cada vaso continha areia lavada e vermiculita na proporção de 2:1, ambas previamente autoclavadas.

Antes do plantio procedeu-se à desinfestação das sementes imergindo-as por 1 minuto em álcool a 70%; em seguida, por 30 segundos em hipoclorito de sódio a 30 % e, por último, lavando-as sete vezes sucessivas com água destilada. Seis sementes foram semeadas diretamente nos vasos e, a cada um, adicionaram-se, semanalmente, 500 ml de solução nutritiva (Norris, 1964) modificada, preparada com 11,76 g de cloreto de cálcio diidratado em substituição aos 13,76 g de sulfato de cálcio diidratado para cada vinte litros de solução.

A inoculação com rizóbio foi realizada 14 dias após o plantio, acrescentando-se 5 ml por vaso da suspensão bacteriana crescida em meio YM líquido (Fred & Walksman, 1928), sob agitação, durante 72 h, a 30 °C, com pH ajustado para 6,8 e contendo azul de bromotimol.

Nos vasos controle, usados como testemunha absoluta, e nos inoculados com rizóbio, não houve adição de nitrogênio na solução; já aqueles tomados como testemunha nitrogenada receberam 100 ppm de N na forma de nitrato de amônio. As testemunhas nitrogenadas e as absolutas não foram inoculadas com rizóbio.

O desbaste foi realizado oito dias após a inoculação mantendo-se apenas duas plantas em cada vaso. A solução nos vasos foi completada periodicamente, de forma que as plantas não sofressem deficiência hídrica. As plantas foram colhidas quarenta dias após o plantio e tiveram a parte aérea separada das raízes. No material radicular foram contados os nódulos. Ambas as partes foram secadas em estufa a 60 °C durante 48 h e pesadas. Após a obtenção da biomassa de matéria seca da parte aérea, as amostras foram moídas para a determinação do teor de nitrogênio total. A concentração de N total das plantas foi quantificada pelo método Micro-Kjeldhal no laboratório de análises do IPA. Calcularam-se os conteúdos de N multiplicando-se as massas das plantas de cada vaso pelo seu teor.

Determinaram-se, para estimar o efeito de cada tratamento sobre as variedades, os valores médios das amostras por parcela. O teor de N na matéria seca expresso em porcentagem foi transformado em $\arcsin(x/100)^{1/2}$. Os números de nódulos por planta sofreram transformação radicial para $(x+1)^{1/2}$, a fim de normalizar sua distribuição por serem dados de variável discreta. As demais variáveis avaliadas foram conteúdo de N (mg), massa da matéria seca da parte aérea (g) e massa da matéria seca das raízes (g). Os dados foram submetidos a

análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a nível de 5 % de probabilidade. Quando a interação variedades X estirpes não foi significativa, as comparações foram feitas apenas com as médias gerais. Quando a interação foi significativa as comparações foram feitas tanto das variedades dentro de cada tratamento de estirpes ou testemunhas quanto desses tratamentos dentro de cada variedade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve efeito significativo das interações sobre o número de nódulos, ou seja, em geral os efeitos das inoculações com as estirpes tiveram o mesmo padrão em todas as variedades, razão pela qual são discutidas apenas as médias gerais dos tratamentos. Sedinha e Sempre Verde apresentaram os maiores números de nódulos, diferindo significativamente de Corujinha, Azul e IPA 206 (Tabela 1). Canapu ocupou posição intermediária e não diferiu significativamente de nenhuma outra variedade. A inoculação com BR 3267 gerou os maiores números de nódulos, diferindo de todas as outras estirpes. Seguiram-se as estirpes BR 2001 e NFB 700 que produziram mais nódulos que a EI 6. A estirpe EI 6 apresentou desempenho tão negativo na indução da nodulação que não chegou a formar nódulos quando inoculada em IPA 206.

Tabela 1. Número de nódulos por planta de feijão macassar inoculadas com diferentes estirpes de rizóbio, cultivadas em vasos de Leonard contendo substrato estéril

Variedade	Estirpe				Média*
	BR 2001	BR 3267	EI 6	NFB 700	
Sedinha	159	145	44	100	112 a
Corujinha	56	90	7	71	56 b
Canapu	91	160	17	100	92 ab
Sempre Verde	137	192	48	52	107 a
Azul	49	127	19	79	68 b
IPA 206	89	61	0	66	54 b
Média*	97 B	130 A	22 C	78 B	-

*Médias seguidas de letras iguais, minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade (CV = 4%)

A capacidade de nodulação e a de fixar N atmosférico em leguminosas, são eventos distintos e complexos visto que a eficiência não é determinada exclusivamente pela variedade da planta nem apenas pela estirpe de rizóbio, mas pela interação entre os simbiontes (Hungria & Ruschel, 1987). Assim, os dados sobre nodulação não são suficientes para afirmar que o tratamento com a estirpe BR 3267, que promoveu a maior nodulação média entre as cultivares estudadas, seja definitivamente a melhor alternativa de inoculação para resultados positivos acerca de características agrônômicas pretendidas.

Para a produtividade de massa de matéria seca da parte aérea, tal como para nódulos, a interação entre os tratamentos e variedades não foi significativa, mas houve diferenças entre tratamentos e variedades (Tabela 2). Quanto à massa seca das raízes, não houve diferenças significativas, com

Tabela 2. Biomassa seca da parte aérea (g vaso⁻¹) de feijão macassar, inoculadas com diferentes estirpes de rizóbio, na ausência de inoculação (testemunha) e com aplicação de N mineral, cultivadas em vasos de Leonard contendo substrato estéril

Variedade	Estirpe				N mineral	Testemunha	Média*
	BR 2001	BR 3267	EI 6	NFB 700			
Sedinha	1,28	1,00	1,25	0,92	2,37	1,12	1,32 a
Corujinha	1,38	1,21	0,88	0,87	1,90	1,17	1,24 ab
Canapu	0,95	1,11	0,96	0,94	1,32	1,01	1,05 b
Sempre Verde	1,21	1,24	1,12	1,04	1,85	0,94	1,23 ab
Azul	1,33	1,21	1,23	1,25	1,81	1,37	1,37 a
IPA 206	1,27	1,08	0,59	0,79	1,61	0,92	1,04 b
Média*	1,24 B	1,14 BC	1,00 C	0,97 C	1,81 A	1,09 BC	-

*Médias seguidas de letras iguais, minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade (CV = 24%)

médias variando entre 1,2 e 1,8 g vaso⁻¹. Nos tratamentos adubados com N mineral se encontraram as maiores médias gerais de massa de matéria seca aérea para todas as variedades. Em campo, Oliveira et al. (2003) observaram que os rendimentos máximos do feijão macassar, em biomassa e grãos, foram atingidos com aplicações de 62, 61 e 56 kg ha⁻¹, respectivamente. A aplicação de fertilizantes nitrogenados, assimiláveis com maior rapidez pelas plantas, pode justificar os resultados obtidos com o tratamento com aplicação de N mineral. O fato da inoculação com qualquer estirpe não ter resultado em produtividades tão altas quanto as do tratamento com N mineral indica que as simbioses podem não ter provido N às plantas em quantidades similares às da adubação e que as plantas podem ter ficado ainda carentes em N, em seu desenvolvimento.

Dentre os tratamentos com inoculante, a estirpe BR 2001 apresentou os melhores resultados, não diferindo significativamente da BR 3267 (Tabela 2). Segundo Zilli et al. (2006), a inoculação com BR 3267 resultou em incremento de matéria seca de 15% em relação à inoculação com a BR 2001; entretanto, as médias de ambas não diferiram significativamente. O tratamento com inoculação com a BR 3267 não diferiu dos inoculados com as outras duas estirpes (NFB 700 e EI 6) nem da testemunha absoluta. Comparando esses resultados com os de número de nódulos, pode-se notar que não são coincidentes, mas apontam tendências. A vantagem em nódulos dos tratamentos com a BR 3267 não se traduziu em maior produtividade de biomassa que as das plantas inoculadas com BR 2001; no entanto, esses dois tratamentos, que tiveram mais nódulos, também foram os que produziram maior biomassa; já o maior número de nódulos das plantas inoculadas com NFB 700, em relação aos dos tratamentos inoculado com EI 6 e testemunha absoluta, não resultou em acréscimo de produtividade de biomassa. A ausência de nódulos nas plantas de IPA 206 inoculadas com EI 6, coincidiu com a menor produtividade de biomassa, em valores absolutos.

Dentre as variedades, Sedinha e Azul tiveram os melhores resultados, superando Canapu e IPA 206. Corujinha e Sempre Verde ocuparam posições intermediárias, não diferindo de

nenhuma outra variedade. Juntando com os resultados de nódulos, Sedinha se destacou por ter ficado sempre nos primeiros lugares. Esta variabilidade de desempenho de diferentes genótipos de feijão macassar, quanto a fatores relacionados à simbiose com rizóbios, já foi observada por diversos autores (Ndiaye et al., 2000; Jemo et al., 2006; Adjei-Nsiah et al., 2008).

Os dados dos teores de N na massa da matéria seca e de conteúdos de N nas plantas apresentaram diferença significativa para a interação entre as variedades e os tratamentos de inoculação e mais as testemunhas. Como os padrões de resposta das variedades diferiram, a interpretação deve ser feita para cada uma, isoladamente.

Os teores variaram bastante, de 0,75 a 3,08% (Tabela 3); as plantas com aplicação de N mineral apresentaram os resultados mais expressivos quando comparados com os dos tratamentos com inoculação e à testemunha absoluta mas para todas as variedades, sem diferença significativa em relação à BR 2001 e à BR 3267. Teores mais altos foram reportados por Neves et al. (2009). Como esses três tratamentos apresentaram altos teores (o menor foi 2,08%), aparentemente o N não foi deficiente em nenhum deles. Altos teores de N com adubação mineral são esperados. Os dados das estirpes BR 2001 e BR 3267 confirmaram a opinião de Zilli et al. (2006), de que elas são potenciais inoculantes para o feijão macassar em razão do seu bom desempenho quanto à eficiência simbiótica.

Tabela 3. Teor (%) de nitrogênio na biomassa seca da parte aérea de feijão macassar inoculada com diferentes estirpes de rizóbio, na ausência de inoculação (testemunha) e com aplicação de N mineral, cultivada em vasos de Leonard contendo substrato estéril

Variedade	Estirpe				N mineral	Testemunha	Média*
	BR 2001	BR 3267	EI 6	NFB 700			
Sedinha	3,03 aA	2,52 aAB	1,84 bBC	1,1 cdC	2,99 aA	1,96 abB	2,24 ab
Corujinha	2,45 aA	2,12 aA	1,28 bcB	0,77 dB	2,94 aA	1,24 cB	1,8 c
Canapu	2,82 aA	2,5 aAB	1,82 abBC	1,59 bcC	2,71 aA	1,56 bcC	2,17 ab
Sempre Verde	2,5 aA	2,64 aA	2,66 aA	2,43 aA	3,08 aA	1,38 bcB	2,45 a
Azul	2,33 aA	2,31 aA	0,75 cB	1,07 cdB	3,15 aA	2,71 aA	2,05 bc
IPA - 6	2,73 aAB	2,08 aABC	1,24 bcD	1,96 abB	2,82 aA	1,73 bcCD	2,09 b
Média*	2,64 AB	2,36 B	1,60 CD	1,48 D	2,95 A	1,76 C	-

*Médias seguidas de letras iguais, minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade (CV = 12%)

As estirpes EI 6 e NFB 700 indicaram as piores associações com as variedades, com suas médias gerais estatisticamente similares à da testemunha absoluta; no entanto, a inoculação com EI 6 nas variedades Canapu e Sempre Verde resultou em altos teores, equivalentes estatisticamente aos maiores e superiores aos de sua associação com as demais variedades. Com IPA 206, embora não se diferencie significativamente da testemunha, configura-se a pior interação da variedade e se justifica a ausência de nódulos e o baixo rendimento de massa da matéria seca da parte aérea. Xavier (2000) afirmou que IPA 206 pode ser capaz de nodular com uma variedade ampla de rizóbios, conforme observado neste tra-

balho. NFB 700 teve forte efeito de interação, resultando em altos teores com Sempre Verde e IPA 206, mas baixos teores com Sedinha, Corujinha, Canapu e Azul, pouco diferindo dos da testemunha absoluta.

Dentre as variedades, Sempre Verde teve maiores teores de N que IPA 206, Azul e Corujinha, sem diferença significativa em relação a Sedinha e Canapu. Com Sempre Verde, aparentemente todas as estirpes tiveram efeito expressivo, sem diferir do controle nitrogenado e superando a testemunha absoluta. Corujinha e Canapu também tiveram altos teores, mas, quando ambas foram inoculadas com NFB 700 e quando Corujinha foi inoculada com EI 6, não diferiram significativamente da testemunha. A variedade Sedinha inoculada com NFB 700 apresentou teores menores que a testemunha, assim como Azul com NFB 700 e EI 6. Stamford & Neptune (1979) e Melo & Zili (2009) também observaram grande variabilidade de resposta quanto ao N total acumulado em diferentes cultivares de feijão macassar associadas com estirpes pré-selecionadas. Fernandes et al. (2003) consideraram que o teor de N acumulado pelas plantas inoculadas com estirpes eficientes, superior ao das plantas sem inoculação, tem origem na FBN. Este resultado pode ser atribuído a todas as combinações, excetuando-se Sedinha e Canapu, com NFB 700 e IPA 206 com EI 6.

O conteúdo de N ou o índice de utilização de N é diretamente proporcional à biomassa da parte aérea e ao teor de nitrogênio na planta. Em média, o tratamento com adubação nitrogenada conferiu os maiores incrementos no conteúdo de N nas plantas de todas as variedades, tendo proporcionado aumento significativo de biomassa e N total na parte aérea (Tabela 4). Outros autores encontraram resultados semelhantes utilizando amendoim (Santos et al., 2005). Os maiores incrementos seguintes foram apresentados pelas BR 2001 e BR 3267 e, por fim, NFB 700, EI 6 e testemunha absoluta, que apresentaram os menores valores e sem divergência significativa. Este resultado reflete o que foi encontrado com relação ao rendimento de biomassa atrelado aos mais altos teores de N obtidos.

Todas as variedades estudadas apresentaram aumento no N total acumulado proveniente da FBN quando inoculadas

Tabela 4. Conteúdo (mg vaso⁻¹) de nitrogênio na biomassa da parte aérea de feijão macassar inoculadas com diferentes estirpes de rizóbio, na ausência de inoculação (testemunha) e com aplicação de N mineral, cultivadas em vasos de Leonard contendo substrato estéril

Variedade	Estirpe				N mineral	Testemunha	Média*
	BR 2001	BR 3267	EI 6	NFB 700			
Sedinha	39,0 aB	24,8 aBC	24,6 abBC	10 bC	70,9 aA	22,3 abC	31,9 a
Corujinha	33,8 aB	25,8 Abc	11,6 bcCD	7,1 bD	54,9 bA	15,4 bCD	24,8 bc
Canapu	27,2 aAB	27,8 aAB	17,3 abcB	15,2 abB	35,9 cA	16 bB	23,2 c
Sempre Verde	29,9 aB	32,7 aB	29,4 aB	26,2 aBC	56,8 abA	12,8 bC	31,3 a
Azul	31,4 aB	28,1 aBC	9,1 bcD	13,1 abCD	57,1 abA	37,7 aB	29,4 abc
IPA - 6	34,1 aAB	22,3 aBC	6,7 cC	17,3 abC	44,4 bcA	15,7 bC	23,4 c
Média*	32,6 B	26,9 B	16,4 C	14,8 C	53,3 A	19,9 C	-

*Médias seguidas de letras iguais, minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade (CV = 35%)

com as estirpes BR 2001 e BR 3267. Este dado resulta da contribuição do teor de nitrogênio encontrado nessas plantas, já que referidos tratamentos não proporcionaram incremento considerável à biomassa da parte aérea (Tabela 2).

Os tratamentos NFB 700 e EI 6 só foram efetivos em aumentar o conteúdo de N quando associados à Sempre Verde, mesmo que esses tratamentos tenham apresentado efeito expressivo sobre Sedinha em relação a outras variáveis, como número de nódulos e rendimento de parte aérea.

Não houve diferença significativa entre todos os tratamentos inoculados em relação à testemunha nitrogenada (exceto NFB 700 com Sedinha e Canapú), mostrando que o nitrogênio proveniente da simbiose foi suficiente para prover as necessidades da planta, podendo o efeito ser dependente da estirpe introduzida de rizóbio, fato que mostra que bactérias e sua associação com a planta podem suprir grande parte do nitrogênio necessário ao desenvolvimento e produtividade do feijão macassar.

Os resultados apresentados neste trabalho evidenciam a importância de se considerar tanto a estirpe de rizóbio quanto a variedade de feijão nos programas, visando à otimização da FBN no sistema rizóbio-leguminosa.

CONCLUSÕES

1. As inoculações com as estirpes BR 3267 e BR 2001 produziram os melhores resultados, considerando-se biomassa produzida, teores e conteúdos de N e número de nódulos do feijão macassar.

2. A inoculação com a estirpe EI 6 resultou em desempenho fraco, em quase todas as variáveis analisadas, especialmente com a variedade IPA 206. O desempenho da estirpe NFB 700 foi um pouco melhor que o da EI 6.

3. Sedinha e Sempre Verde foram as melhores variedades em produtividade de biomassa, conteúdo de N e número de nódulos.

LITERATURA CITADA

Adjei-Nsiah, S.; Kuyper, T. W.; Leeuwis, C.; Abekoe, M. K.; Cobbinah, J.; Sakyi-Dawson, O.; Giller, K. E. Farmers' agronomic and social evaluation of productivity, yield and N₂-fixation in different cowpea varieties and their subsequent residual N effects on a succeeding maize crop. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, v.80, p.199–209, 2008.

Fernandes, M. F.; Fernandes, R. P. M.; Hungria, M. Seleção de rizóbios nativos para guandu, caupi e feijão-de-porco nos tabuleiros costeiros de Sergipe. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.38, n.7, p.835-842, 2003.

Figueiredo, M. V. B.; Vilar, J. J.; Burity, H. A.; França, F. P. Alleviation of water stress effects in cowpea by *Bradyrhizobium* spp. inoculation. *Plant and Soil*, v.207, p.67–75, 1999.

Fred, E. B.; Waksman, S. A. Laboratory manual of general microbiology – with special reference to the microorganisms of the soil. New York: Mc Grow Hill, 1928. 145p.

Freire Filho, F. R.; Ribeiro V. Q.; Barreto P. D.; Santos, C. A. F. Melhoramento genético de caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) na região do Nordeste. In: Queiroz, M. A.; Goedet, C. O.; Ramos, S. R. R. (ed.) Recursos genéticos e melhoramento de plantas para o Nordeste brasileiro. Petrolina: Embrapa Semiárido/Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 1999. <http://www.cpatsa.embrapa.br>. 25 Mar. 2009.

Hungria, M.; Ruschel, A. P. Atividade da nitrogenase e evolução do hidrogênio pelos nódulos de *Phaseolus vulgaris*. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.11, n.3, p.175-188, 1987.

Jemo, M.; Abaidoo, R. C.; Nolte, C.; Horst, W. J. Genotypic variation for phosphorus uptake and dinitrogen fixation in cowpea on low-phosphorus soils of southern Cameroon. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, v.169, n.6, p.816-825, 2006.

Krasova-Wade, T.; Ndoye, I.; Braconnier, S.; Sarr, B.; Lajudie, P. de; Neyra, M. Diversity of indigenous bradyrhizobia associated with three cowpea cultivars (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) grown under limited and favorable water conditions in Senegal (West Africa). *African Journal of Biotechnology*, v.2, n.1, p.13-22, 2003.

Lacerda, N. B.; Silva, J. R. C. Efeitos da erosão e de técnica de manejo sobre a produção do algodoeiro. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.10, n.4, p.820-827, 2006.

Lima, A. S.; Pereira, J. P. A. R.; Moreira, F. M. D. Phenotypic diversity and symbiotic efficiency of *Bradyrhizobium* spp. strains from Amazonian soils. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.40, n.11, p.1095-1104, 2005.

Melo, S. R.; Zilli, J. E. Fixação biológica de nitrogênio em cultivares de feijão caupi recomendadas para o Estado de Roraima. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.44, n.9, p. 1177-1183, 2009.

Martins, L. M. V.; Xavier, G. R.; Rangel, F. W.; Ribeiro, J. R. A.; Neves, M. C. P.; Morgado, L. B.; Rumjanek, N. G. Contribution of biological nitrogen fixation to cowpea: a strategy for improving grain yield in the semi-arid region of Brazil. *Biology and Fertility of Soils*, v.38, p.333–339, 2003.

Ndiaye, M. A. F.; Spencer, M. M.; Gueye, M. Genetic variability in dinitrogen fixation between cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) cultivars determined using the nitrogen-15 isotope dilution technique. *Biology and Fertility of Soils*, v.32, p.318-320, 2000.

Neves, A. L. R.; Lacerda, C. F.; Guimarães, F. V. A.; Gomes Filho, E.; Feitosa, D. R. C. Trocas gasosas, crescimento e teores de minerais no feijão-de-corda irrigado com água salina em diferentes estádios. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.13, p.873-881, 2009.

Norris, O. D. Some concepts and methods in sub tropical pasture research. Maidenhead: Commonwealth Bureau of Pasture and Field Crops, 1964. 65p. Bulletin, 47.

Oliveira, A. P.; Silva, V. R. F.; Arruda, F. P.; Nascimento, I. S.; Alves, A. U. Rendimento de feijão-caupi em função de doses e formas de aplicação de nitrogênio. *Horticultura Brasileira*, v.21, n.1, p.77-80, 2003.

Rumjanek, N. G.; Martins, L. M. V.; Xavier, G. R.; Neves, M. C. P. Fixação biológica de nitrogênio. In: Freire Filho, F. R.; Lima, J. A. A.; Ribeiro, V. Q. (ed.). Feijão-caupi: Avanços tecnológicos. Brasília: Embrapa, 2005, cap. 8, p.279-335.

- Santos, C. E. R. S.; Stamford, N. P.; Freitas, A. D. S.; Vieira, I. M. M. B.; Souto, S. M.; Neves, M. C. P.; Rumjanek, N. G. Efetividade de rizóbios isolados de solos da região nordeste do Brasil na fixação do N₂ em amendoim (*Arachis hypogaea* L.). *Acta Scientiarum*, v.27, p.301-307, 2005.
- Schulze, J. How are nitrogen fixation rates regulated in legumes? *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, v.167, n.2, p.125-137, 2004.
- Silva, R. P.; Santos, C. E. R. S.; Lira Júnior, M. A.; Stamford, N. P. Efetividade de estirpes selecionadas para feijão caupi em solo da região semi-árida do sertão da Paraíba. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, v.3, n.2, p.105-110, 2008.
- Souza, A. A.; Burity, H.; Figueiredo, M. V. B.; Silva, M. L. B.; Melotto, M.; Tsai, S. M. Eficiência simbiótica de estirpes Hup+, Huphr e Hup de *Bradyrhizobium japonicum* e *Bradyrhizobium elkanii* em cultivares de caupi. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.34, n.10, p.1925-1931, 1999.
- Stamford, N. P.; Medeiros, R.; Mesquita, J. C. P. Avaliação de estirpes de *Bradyrhizobium* para caupi em regime de temperatura elevada. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.9, p.45-54, 1995.
- Stamford, N. P.; Neptune, A. M. L. Especificidade hospedeira e competição entre estirpes de *Rhizobium* em inoculação cruzada com quatro cultivares de *Vigna unguiculata*. *Caderno Ômega*, v.12, n.3, p.25-34, 1979.
- Vincent, J. M. *Manual for the practical study of root nodule bacteria*. Oxford: Blackwell Scientific Publications, 1970. 164p. IBP Handbook, 15.
- Xavier, G. R. Estudo da ocupação nodular de rizóbio em diferentes genótipos de caupi (*Vigna unguiculata* L. Walp) agrupados pela técnica de RAPD. Seropédica: UFRRJ, 2000. 113p. Dissertação Mestrado
- Zilli, J. E. ; Valicheski, R. R.; Rumjanek, N. G.; Simões-Araújo, J. L.; Freire Filho, F. R.; Neves, M. C. P. Eficiência simbiótica de estirpes de *Bradyrhizobium* isoladas de solo do Cerrado em caupi. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.41, p.811-818, 2006.