

Ranieri P. da Silva²Carolina E. dos Santos³Mario A. Lira Júnior³Newton P. Stamford³

Efetividade de estirpes selecionadas para feijão caupi em solo da região semi-árida do sertão da Paraíba¹

RESUMO

Um experimento de campo foi conduzido no delineamento em blocos casualizados, com quatro repetições, com o objetivo de se avaliar o efeito da inoculação com rizóbio na produtividade do feijão caupi [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.] cultivado em um Planossolo do Sertão paraibano. A cultivar de feijão caupi utilizada foi a (cv. CNCx 409-11F). Os tratamentos foram constituídos de dois isolados nativos do local do experimento, três estirpes recomendadas para feijão caupi (BR 3267, INPA 3-11B e UFLA 3-84) e uma selecionada pela UFRPE, para solos ácidos (NFB 700), além de dois tratamentos controle sem inoculação, sendo um com N fertilizante na forma de uréia (20 kg ha⁻¹ na fundação e 30 kg ha⁻¹ em cobertura), e outro sem adição de N fertilizante. Avaliou-se a nodulação (número e biomassa de nódulos), biomassa seca da parte aérea, teor e acúmulo de N total e eficiência relativa em quatro idades distintas (17, 38, 52 e 67) (dias após a emergência - DAE). Houve efeito significativo dos tratamentos para idade das plantas, interação tratamento x idade, número e biomassa seca de nódulos mas para as demais variáveis não houve efeito significativo. As estirpes nativas do solo foram de alta efetividade em caupi no Planossolo do Sertão da Paraíba, não sendo necessárias a inoculação nem a fertilização com N mineral.

Palavras-chave: *Bradyrhizobium*, *Vigna unguiculata*; fixação do nitrogênio, nodulação

Effectiveness of cowpea rhizobia selected strains on cowpea grown in a soil of the semiarid region of Paraíba State - Brazil

ABSTRACT

A field experiment was carried out in randomized block design, with four replicates, to evaluate the effectiveness of rhizobial inoculation on cowpea [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.] grown in a soil of the semiarid region of Paraíba state in northeast Brazil. Two native isolates from the soil, three recommended strains (BR 3267, INPA 3-11B and UFLA 3-84), and one strain selected for cowpea grown in acid soils at the UFRPE (NFB 700) were inoculated on cowpea (cv. CNCx 409-11F). Two control treatments were also used, one being with mineral nitrogen, and other without mineral nitrogen applied, both uninoculated. Nodulation (nodule number and dry biomass), shoot dry biomass, N content and total N and relative effectiveness at 17, 38, 52 and 67 days after emergence (DAE) were analyzed. There were significant effects of treatments, plant age and plant age x treatment interactions for nodule number and dry biomass. For the remaining variables there were no significant differences. Results indicate that the rhizobial population native from the soil was very effective on cowpea nitrogen fixation. Inoculation of cowpea (cv. CNCx 409-11F) with selected strains or isolates from the used soil, as well as nitrogen fertilizer were unnecessary for cowpea in the experimental conditions tested.

Key words: *Bradyrhizobium*, *Vigna unguiculata*; nitrogen fixation, nodulation

¹ Escola Agrotécnica, ranierips@bol.com.br

² Departamento de Agronomia, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, PE.
etienne@ufrpe.br, mlira@ufrpe.br,
newtonps@ufrpe.br

¹ Parte da Dissertação do primeiro autor junto ao Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo da UFRPE

INTRODUÇÃO

O feijão caupi [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.] é nativo da África e bastante cultivado nas regiões tropicais dos continentes africano, asiático e americano, constituindo a principal fonte de proteína, principalmente para populações de baixa renda (Freire Filho et al. 1999; 2005). Contém 23-25% de proteínas e apresenta todos os aminoácidos essenciais, carboidratos (62%, em média), vitaminas e minerais além de possuir grande quantidade de fibra dietética e baixa quantidade de gordura (EMBRAPA, 2003).

A leguminosa apresenta alta tolerância aos estresses hídrico, térmico e salino capaz, portanto, de se beneficiar da fixação biológica de nitrogênio quando em associação com bactérias conhecidas como rizóbio (Martins et al., 1997). Comumente, espécies de leguminosas tropicais são capazes de nodular com uma ampla faixa de rizóbios, contribuindo para a Fixação Biológica do Nitrogênio (FBN) nessas regiões. Por outro lado, a introdução de inoculantes contendo rizóbios eficientes, é dificultada, pois as estirpes nativas são, em geral, muito competitivas e de baixa eficiência na fixação do N₂ (Santos, 2005). Assim, estratégias que avaliem a composição e a contribuição para a FBN por estirpes de rizóbio do solo em que se pretende introduzir o inoculante, são de grande importância (Zilli, 2001).

A resposta da planta à inoculação é determinada por uma variedade de fatores bióticos e abióticos (Thies et al., 1991). Alta temperatura tem sido um dos principais fatores limitantes à FBN em regiões tropicais (Hungria & Vargas, 2000); já com relação aos fatores bióticos, a alta densidade populacional e a competitividade de rizóbios nativos, são os principais fatores limitantes da FBN (Franco & Neves, 1992).

Propôs-se, com este trabalho avaliar a inoculação com rizóbio FBN e a produtividade do caupi cultivado em um Planossolo da região semi-árida do sertão da Paraíba.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na Escola Agrotécnica Federal de Sousa, localizada no Perímetro Irrigado de São Gonçalo, município de Sousa, PB, situando-se a 233 m de altitude, com latitude sul de 6° 45' e longitude oeste de 38° 13', em um solo classificado como Planossolo, de relevo plano e textura superficial franco-arenosa (EMBRAPA, 1999). Foram feitas amostras nas camadas de 0-20, 20-40 e 40-60 cm, para determinar os atributos químicos e físicos de acordo com a metodologia da EMBRAPA (1997), cujos resultados são apresentados nas Tabelas 1 e 2.

As temperaturas médias máximas, médias e mínimas anuais, são de 38, 27 e 12 °C, respectivamente. Tal condição climática, tipo Bsh, segundo classificação de Köppen, é caracterizada por evaporação maior que precipitação (DNOCS, 1997).

Os tratamentos consistiram na inoculação de sementes de caupi (cv. CNCx 409-11F), avaliando-se dois isolados nativos do local do experimento, três estirpes recomendadas pela Rede de Laboratórios para Recomendação, Padronização e Difusão de Tecnologia de Inoculantes Microbiológicos de Interesse

Tabela 1. Atributos químicos do solo em que foi instalado o experimento

Table 1. Chemical attributes of soil utilized in experiment

Camada (cm)	pH H ₂ O	P mg dm ³	K	Ca	Mg	Na	H+Al			PST	V	C
							SB	T	%			
0-20	6,9	21	0,37	3,2	0,7	0,08	1,3	3,98	5,48	1,46	72,6	6,30
20-40	6,8	18	0,16	4,4	1,3	0,11	1,5	5,97	7,67	1,43	77,8	6,09
40-60	7,1	23	0,12	4,4	1,5	0,20	1,2	6,22	7,52	2,66	82,7	4,07

Análises realizadas pelo Laboratório de Solos da Escola Agrotécnica Federal de Sousa-PB

Tabela 2. Atributos físicos do solo no qual se instalou o experimento

Table 2. Physical attributes of soil utilized in the experiment

Camada	Granulometria (%)			Densidade (g cm ⁻³)	
	Areia	Silte	Argila	Global	Partícula
0-20	72	18	10	1,36	2,77
20-40	67	20	13	1,36	2,69
40-60	72	18	10	1,25	2,69

Agrícola - RELARE (BR 3267; INPA 3-11B; UFLA 3-84), e uma selecionada para caupi em solos ácidos (NFB 700) pela equipe do Núcleo de Fixação Biológica do N₂ nos Trópicos (NFBNT-UFRPE). Dois tratamentos não inoculados foram adicionados, sendo um com N mineral (20 kg ha⁻¹ no plantio e 30 kg ha⁻¹ em cobertura, aos 20 dias após a germinação), seguindo a recomendação para caupi no estado de Pernambuco (Cavalcanti et al., 1998), e o outro sem fertilização nitrogenada. Os tratamentos estudados foram discriminados da seguinte forma: T1 - estirpe recomendada BR 3267; T2 - estirpe recomendada INPA 3-11B; T3 - estirpe recomendada UFLA 3-84; T4 - estirpe teste NFB 700; T5 - estirpe Teste Nativa 1; T6 - estirpe Teste Nativa 2; T7 - controle com N (20 kg ha⁻¹ plantio e 30 kg ha⁻¹ cobertura; e controle sem inoculação e sem N.

As parcelas foram formadas por cinco linhas de 6 m de comprimento e 4 de largura com espaçamento de 1,0 m entre si, e 0,4 m entre covas. A área da parcela, 24 m², e sua área útil de 15 m², correspondendo às três linhas centrais, desprezando-se 0,5 m de cada lado. As sementes foram inoculadas de acordo com a metodologia descrita por Hungria (1994).

O solo foi preparado com uma aração e duas gradagens. Todos os tratamentos foram adubados na semeadura com 20 kg ha⁻¹ de P₂O₅ (superfosfato simples) e com 20 kg ha⁻¹ de K₂O (cloreto de potássio), conforme os resultados da análise de fertilidade do solo, seguindo-se as Recomendações de Adubação para o Estado de Pernambuco (Cavalcanti et al., 1998).

Quatro sementes foram semeadas por cova, deixando-se duas plantas por cova, após o desbaste, realizado aos sete dias após a emergência. Irrigações por aspersão foram feitas na ocorrência de falta de chuvas. As ervas daninhas foram controladas por capinas manuais. A cultura foi atacada pela cigarrinha verde (*Empoasca kraemeri*), cujo controle feito com uma pulverização usando-se tiametoxam, na dose de 250 g kg⁻¹.

As precipitações pluviárias, as irrigações e as evapotranspirações de referência (ET_o) durante a condução do experimento, estão registradas na Figura 1.

As médias da temperatura do solo, medidas diariamente às 15 horas, a três profundidades (10, 20, e 30 cm) e as amplitudes, estão apresentadas na Tabela 3.

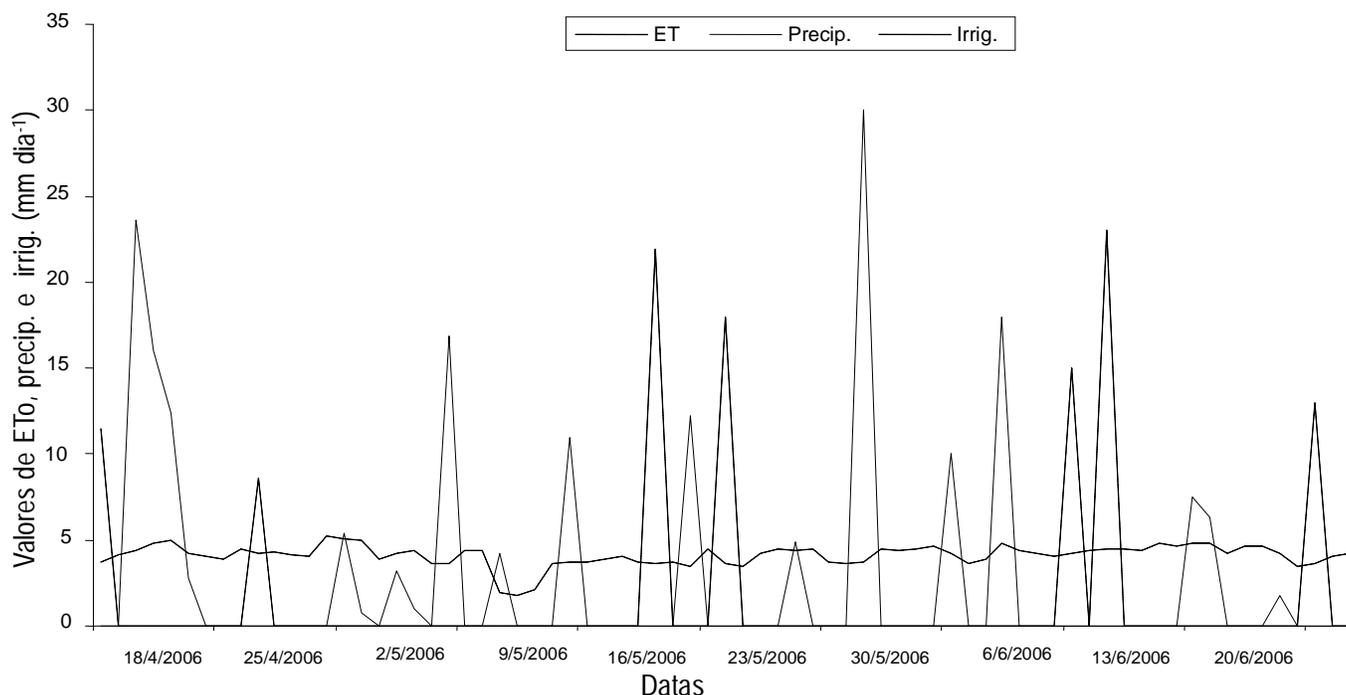


Figura 1. Precipitações pluviais, irrigações e evapotranspirações de referência (ET_o) durante a condução do experimento

Figure 1. Rainfall, irrigations and evapotranspiration of reference (ET_o) during the experimental period

Tabela 3. Médias da temperatura do solo (°C) durante a realização do experimento, a três profundidades (10, 20 e 30)

Table 3. Mean soil temperature (°C) during the experimental period at three depths (10, 20 and 30 cm)

Temperatura (°C)	Profundidade (cm)	Abril	Mai	Junho
	10	36,7	35,0	33,9
Média	20	33,5	32,4	31,3
	30	32,9	31,1	30,7
Amplitude de temp. mensal	10	34,4-38,8	30,4-36,8	27,8-35,4
	20	32,6-37,4	28,6-34,2	28,0-33,6
	30	31,8-33,8	28,0-32,6	28,2-32,4

Coletaram-se, ao acaso, na área útil de cada parcela, seis plantas (três covas com duas plantas cada) aos 17 dias após a emergência (DAE), na floração (38 DAE), no enchimento das vagens (52 DAE) e na maturação (67 DAE) e se fizeram as seguintes avaliações: número de nódulos grandes (> 2 mm), pequenos (< 2 mm) e totais, e massa seca de nódulos; massa de material seco, teor e acúmulo de N e eficiência relativa da parte aérea. Para avaliação dos nódulos as plantas foram coletadas a 40 cm de profundidade; após a contagem, os nódulos foram secados em estufa com circulação de ar forçada à temperatura de 65-70 °C, até massa constante e em seguida pesados.

Para a avaliação da massa seca da parte aérea das plantas, os ramos foram colocados em estufa de circulação forçada de ar a temperatura de 65-70 °C, até massa constante, em seguida pesados e posteriormente moídos, em moinho tipo

Wiley, para a determinação do teor de N pelo método semimicro Kjeldhal, de acordo com o procedimento descrito por Tedesco (1995). O N acumulado na parte aérea foi calculado multiplicando-se as massas secas (g) pelos seus respectivos teores de N. A eficiência relativa de cada tratamento foi determinada de acordo com Date & Norris (1970).

Na área útil de cada parcela foram marcadas 10 plantas, ao acaso, e nas respectivas épocas de colheita se realizaram as seguintes determinações: número de vagens por planta, número de grãos por planta e rendimento de grãos, transformando-se a massa de grãos para kg ha⁻¹ (13% base úmida).

O experimento foi conduzido no delineamento em blocos casualizados, com 4 repetições. A análise estatística foi conduzida utilizando-se o “Guided Data Analysis Procedure” do SAS (SAS Institute, 1999) para determinação de eventuais “outliers” e transformações requeridas. Realizou-se, para as variáveis que apresentaram efeito da idade, análise de regressão considerando-se o tempo como variável independente. Na presença de interação entre idade e tratamento de nitrogênio, a regressão foi realizada separadamente para cada tratamento nitrogenado, utilizando-se todos os pontos para cada tratamento, enquanto na ausência de interação, a regressão foi realizada através de todos os pontos. Para as variáveis em que houve efeito significativo do tratamento nitrogenado, lançou-se mão do teste de Tukey, a 5% de significância. Realizaram-se as seguintes transformações de dados: número de nódulos em $(x+1)^{0,3}$, número de nódulos pequenos, massa seca da parte aérea e acúmulo de N na parte aérea através do \log_{10} ; número de nódulos grandes em $\log_{10}(x+1)$; massa seca de nódulos em $x^{-5,4}$.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da análise de variância dos tratamentos estudados com seus níveis de significância se encontram na Tabela 4.

Tabela 4. Resultado da análise de variância com os níveis de significância dos dados relacionados ao número de nódulos (NN); massa seca dos nódulos (MSN); massa seca da parte aérea (MSPA); eficiência relativa (ER); acúmulo de N na parte aérea (ANPA).

Tabela 4. Result of analysis of variance of data related to number of modules (NN), dry weight of modules (MSN), dry weight of aerial parts (MSPA), relative efficiency (ER), accumulation of N in aerial parts (ANPA)

	NN	MSN	MSPA	ER	ANPA
Tratamento	0,0033	0,0014	0,0996	0,0916	0,0752
CV 1	8	14	8	25	4
Idade	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,15	<0,0001
Tratamento x idade	0,0025	<0,0001	0,6257	0,9972	0,2974
CV 2	7	10	4	24	2

Na Figura 2 se observa o número de nódulos (NN) para cada tratamento em função da idade das plantas e que aos 17 DAE o tratamento com a Nativa 1 apresentou o menor NN por cova, constatando-se comportamento semelhante ao dos outros tratamentos, com exceção daquele com N-fertilizante.

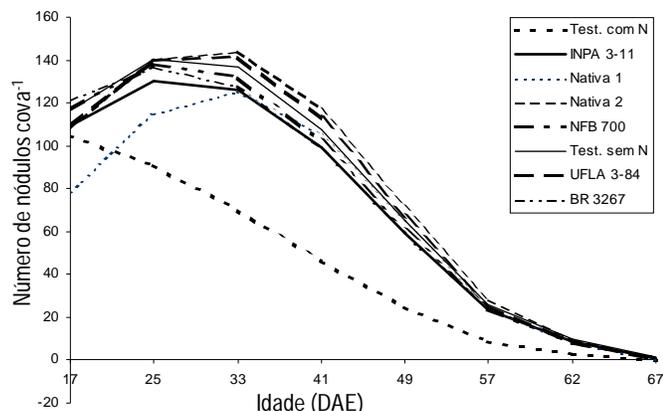


Figura 2. Número de nódulos das plantas de feijão caupi com os diferentes tratamentos, em função da idade das plantas (DAE)

Figure 2. Number of modules in cowpea plant under different treatments as a function of age (DAE)

Visualiza-se, na Figura 3, a massa seca de nódulos (MSN) para cada tratamento em função da idade da cultura. Observa-se que o tratamento com o isolado Nativa 2 superou os demais tratamentos e obteve o pico máximo de MSN em torno dos 33 a 41 DAE; já o tratamento da testemunha com N-Fertilizante foi superado por todos os outros tratamentos, confirmando que o N-Fertilizante inibiu a nodulação do caupi por rizóbios nativos. O isolado nativa 1, apesar de ter apresentado, aos 17 DAE, MSN inferior a quase todos os tratamentos, exceção ao da testemunha com N-Fertilizante, supe-

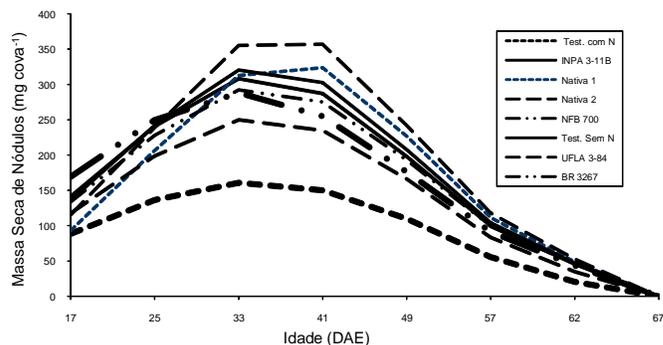


Figura 3. Massa seca de nódulos das plantas de feijão caupi com os diferentes tratamentos utilizados, em função da idade da planta

Figure 3. Dry weight of modules in cowpea plant under different treatments as a function of age

rou, em torno dos 40 DAE, quase todos os outros tratamentos, exceção do isolado nativa 2. Os demais tratamentos tiveram comportamento semelhante na evolução da MSN.

Para a massa seca da parte aérea (MSPA) e acúmulo de N na parte aérea (ANPA) não houve efeito significativo para os tratamentos nem para a interação tratamento x idade, havendo apenas efeito para idade da planta. Observa-se, nas Figuras 4 e 5, um aumento progressivo em torno de até 57 DAE e, a partir daí, começou a diminuir em decorrência da queda das folhas mais velhas devido à maturidade fisiológica das plantas.

O número de nódulos, a massa seca da parte aérea e o nitrogênio acumulado na parte aérea obtidos com 38 DAE na fase de floração, foram superiores aos encontrados por Lacerda et al. (2004) e Soares et al. (2004), com as estirpes INPA 3-11B e UFLA 3-84, com a cv. de caupi BR 14 Mulato no município de Perdões, MG, e por Pereira et al. (2004), com as mesmas estirpes e a mesma cv. no município de Iguatama, MG; entretanto, a MSN deste experimento foi superada pela dos experimentos dos citados autores.

Os resultados de ANPA foram, também, superiores na fase de maturação fisiológica, aos encontrados por Pereira (1993), que obteve, para caupi cv. CNCx 284-4E, aos 78 dias depois do plantio, ANPA de 706,3 mg planta⁻¹ e, para a cv. de feijão comum carioca, aos 68 dias após a semeadura, ANPA de 298,1 mg planta⁻¹.

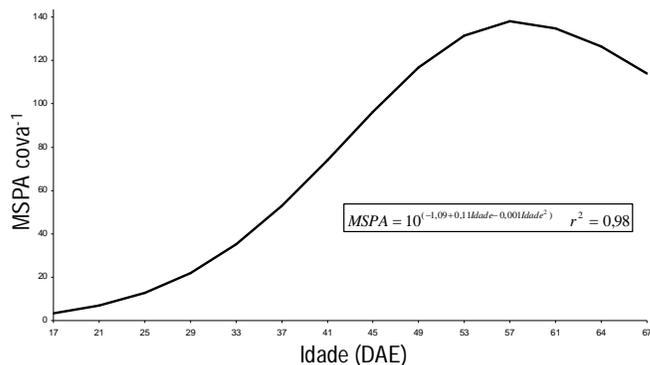


Figura 4. Massa seca da parte aérea das plantas de feijão caupi em função da idade das plantas (DAE)

Figure 4. Dry weight of aerial parts of cowpea plant as a function of age (DAE)

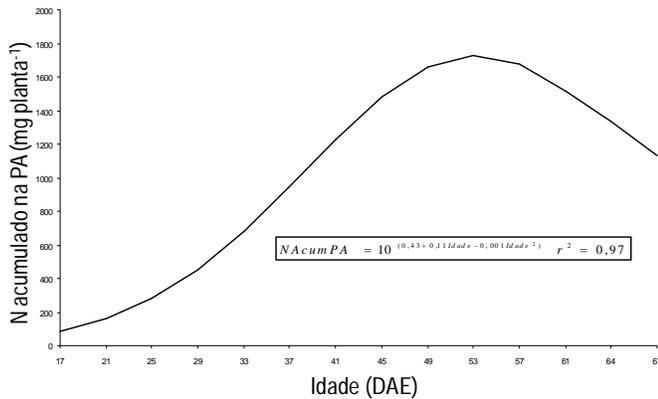


Figura 5. N-total acumulado na parte aérea das plantas de feijão caupi em função da idade da planta (DAE)

Figure 5. Total N accumulated in aerial parts of cowpea plant as a function of age (DAE)

A adubação com N-fertilizante na dose de 50 kg ha⁻¹ inibiu a nodulação do caupi por rizóbios nativos, pois o NN da testemunha sem N superou o da testemunha com N, enquanto nos trabalhos realizados por Lacerda (2002) e Soares et al. (2004), o N-Fertilizante na dose de 70 kg ha⁻¹ não foi suficiente para inibir a nodulação por rizóbios nativos; já no trabalho de Pereira et al. (2004) o N-Fertilizante inibiu a nodulação do caupi por rizóbios nativos, na dose de 80 kg ha⁻¹.

A quantidade de nódulos encontrados no tratamento controle sem inoculante e sem N-Fertilizante, indica a presença de estirpes nativas no solo, capazes de suprir as plantas com o N₂ fixado pela simbiose rizóbio-caupi, e pode ter limitado o estabelecimento das estirpes inoculadas.

Apesar de não ter havido diferença significativa entre os tratamentos em nenhuma das variáveis avaliadas na época da colheita, ressalta-se que o rendimento de grãos foi elevado, variando de 1.340 a 1.768 kg ha⁻¹ quando usados a estirpe NFB 700 e o tratamento controle com N, respectivamente.

No local em que foi instalado o experimento, já vem sendo cultivado feijão caupi há algum tempo, o que favoreceu a ocorrência de uma população rizobiana autóctone efetiva quanto à fixação de nitrogênio com o caupi; portanto, a inoculação de feijão-caupi cv. CNCx 409 – 11F com as estirpes INPA 3-11B, UFLA 3-84, BR 3267, NFB 700 e isolados nativos, assim como a adubação nitrogenada na dose de 20 kg⁻¹ ha no plantio e 30 kg⁻¹ ha em cobertura, foram desnecessárias nas condições do experimento.

Em experimentos realizados por Lacerda et al. (2004) e Soares et al. (2002) no município de Perdões e por Pereira et al. (2004) no município de Iguatama, Estado de Minas Gerais, encontraram-se respostas positivas com caupi inoculado com estirpes efetivas, porém a produtividade de grãos foi inferior à obtida no presente trabalho; por outro lado, e de acordo com Stamford et al. (2003), em caupi com rizóbio efetivo ficou demonstrado que a fixação biológica pode suprir todo o nitrogênio para obtenção de produção satisfatória.

CONCLUSÃO

A população rizobiana existente no solo em que foi realizado o experimento, mostrou-se bastante efetiva na fixação biológica de nitrogênio em caupi cv. CNCx 409 – 11F, tornando desnecessária a inoculação das sementes e a adubação nitrogenada.

AGRADECIMENTOS

À Escola Agrotécnica Federal de Sousa e à Universidade Federal Rural de Pernambuco, pela oportunidade de realização deste trabalho. Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq, pela bolsa de produtividade concedida.

LITERATURA CITADA

- Bergensen, F. J.; Brockwell, J.; Gibson, A. H.; Schwingamer, E. A. Studies of natural populations and mutants of *Rhizobium* in the improvement of legume inoculants. *Plant and Soil*, p. 3-16, 1971. Suplemento 1.
- Cavalcanti, F. J. de A. et al. Recomendações de adubação para o estado de Pernambuco. 2ª aproximação. Recife: IPA, 1998. 198 p.
- DNOCS - Departamento Nacional de Obras Contra as Secas, 2º Distrito de Engenharia Rural, 1997 (mimeografado).
- EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Manual de métodos de análise de solos. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa - CNPS, 1997. 212 p.
- EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Brasília: Embrapa Produção de Informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. 412 p.
- EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Cultivo de feijão - caupi. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2003. Sistemas de produção 2. Versão eletrônica Disponível: <http://www.cpamn.embrapa.br/pesquisa/graos/Feijão-caupi/importancia.htm>. >Acesso: em 12.10.2005.
- Franco, A. A.; Neves, M. C. P. Fatores limitantes à fixação biológica de nitrogênio. In: Cardoso, E. J. B. N.; Tsai, S. M.; Neves, M. C. P. (ed.) *Microbiologia do Solo*. Campinas: SBCS, 1992, p. 219-230.
- 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: Queiróz, M. A. de; Goedert, C. O.; Ramos, S. R. R., (ed.). *Recursos genéticos e melhoramento de plantas para o Nordeste brasileiro*. Petrolina- PE: Embrapa Semi-Árido, Brasília: Embrapa Recursos Genético e Biotecnologia, nov. 1999. Disponível em <http://www.cpatia.embrapa.br>. 1998.
- Freire Filho, F.R.; Lima, J.A.A.; Ribeiro, V.Q. Feijão-caupi: avanços tecnológicos. Brasília. Embrapa. Informação Tecnológica. 2005.

- Hungria, M.; Vargas, M.A.T.; Suhet, A.R. & Peres, J.R.R. Fixação biológica do nitrogênio em soja. In: Araujo, R.S. & Hungria, M., eds. Microorganismos de importância agrícola. Brasília, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 1994, p.9-89.
- Hungria, M. e Vargas, M. A. T. Environmental factors affecting N₂ fixation in grain legumes in the tropics, with an emphasis on Brazil. *Field Crops Research*, Amsterdam, v. 65, p. 151-164, 2000.
- Lacerda, A. M.; Moreira, F. M. De S.; Andrade, M. J. B. De; Soares, A. L. de L. Efeito de estirpes de rizóbio sobre a nodulação e produtividade do feijão-caupi. *Revista Ceres*, v. 51, n. 293, p. 67-82, 2004.
- Martins, L. M. V.; Neves, M. C. P.; Rumjanek, N. G. Growth characteristics and symbiotic efficiency of rhizobia isolated from cowpea nodules of the north-east region of Brazil. *Soil Biology and Biochemistry*, Oxford, v. 29, p.1005-1010, 1997.
- Moreira, F. M. S. Estirpes de bactérias altamente eficientes que fornecem nitrogênio para caupi foram selecionadas na UFPA e já são recomendadas para produção de inoculantes comerciais. Disponível em: <http://www.dcs.ufpa.br/artigocaupi.pdf>. Acesso em: 30 de abril de 2004.
- Pereira, B. M. de M. Marcha de absorção do nitrogênio do solo, do fertilizante e da fixação simbiótica em caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) e feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.) determinada usando ¹⁵N. 1993. 197p. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – USP / ESALQ, São Paulo, 1993.
- Pereira, J. P. A. R.; Ferreira, P. A. A.; Vale, H. M. M.; Nogueira, C. G.; Santos, C.E.R.S. et al. Efetividade de rizóbios isolados da região nordeste do Brasil na fixação do N₂ em amendoim (*Arachis hypogaea*). *Acta Scientiarum Agronômica*, Maringá, v.27, n.2, p.301-307, 2005.
- Sas Institute. The SAS System for Windows. CD-ROM for Windows 32-bits. 1999.
- Singleton, P. W. Time-course of dinitrogen fixation of promiscuous soybean cultivars measured by isotope dilution method. *Biology and Fertility of Soils*, v. 30, p. 187-192, 1999.
- Soares, A. L. L.; Moreira, F. M. S.; Andrade, M. J. B. Nodulação e produtividade de *Vigna unguiculata* cultivar Poços de Caldas por estirpes selecionadas de rizóbio no Município de Iguatama. FERTBIO, 2004, Lages, SC. Resumo expandido. CD-ROM.
- Soares, A. L.; Pereira, J. P. A. R.; Ferreira, P. A. A.; Moreira, F. M. S.; Andrade, M. J. B. Nodulação e produtividade de *Vigna unguiculata* cultivar BR 14 Mulato por estirpes selecionadas de rizóbio no Município de Perdões. FERTBIO, 2004, Lages, SC. Resumo expandido. CD-ROM.
- Stamford, N. P.; Freitas, A. D.; Ferraz, D. S.; Montenegro, A. E Santos, C. E. R. S. Nitrogen fixation and growth of cowpea and vavil bean in a sodic soil as affected by gypsum and S inoculation. *Tropical Grasslands*, v. 37, p. 11-19, 2003.
- Stamford, N. P.; Santos, D. R. ; Silva, V. M.; Santos, C. E. R. S. ; Monteiro, M. C. Fixação do N₂ e matéria seca do caupi em dois solos do Semi-árido Brasileiro submetidos à deficiência hídrica. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v.14, p. 283-290, 1990.
- Tedesco, J. M.; Gianello, C.; Bissani, C. A.; Bohnen, H. A.; Volkweiss, S. J. Análise de solo, plantas e outros materiais. Porto Alegre, UFRGS, 1995. 174 p.
- Thies, J. E.; Singleton, P. W.; Bohlool.; B. Influence of the size of indigenous rhizobial population on establishment and symbiotic performance of introduced rhizobia on field-crop legumes. *Applied and Environmental Microbiology*, v. 57, n. 1, p. 19-28, 1991.
- Zilli, J. L. E. Caracterização e seleção de estirpes de rizóbio para inoculação de caupi [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.] em áreas do cerrado. 2001. 137 p. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2001.