

AGRÁRIA

Revista Brasileira de Ciências Agrárias

ISSN (on line): 1981-0997; (impresso): 1981-1160

v.5, n.3, p.364-369, jul.-set., 2010

Recife, PE, UFRPE. www.agraria.ufrpe.br

DOI: 10.5039/agraria.v5i3a795

Protocolo 795 – 15/01/2010 *Aprovado em 02/06/2010

Antonio L. G. de Almeida¹

Rosa M. C. M. de Alcântara²

Rafaela S. A. Nóbrega³

Júlio C. A. Nóbrega³

Luiz F. C. Leite^{2,4}

José A. L. da Silva³

Produtividade do feijão-caupi cv BR 17 Gurguéia inoculado com bactérias diazotróficas simbióticas no Piauí

RESUMO

O feijão-caupi é de grande importância para as regiões Norte e Nordeste do Brasil pela sua adaptabilidade a condições edafoclimáticas e por ser uma das principais fontes de proteína para as populações dessas regiões. Assim, neste trabalho objetivou-se selecionar cepas de bactérias diazotróficas simbióticas para serem utilizadas como inoculantes para a cultura do feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp), na região Meio-Norte do Estado do Piauí. O experimento foi instalado na Estação Experimental da Embrapa Meio-Norte, localizada em Teresina, PI. Os tratamentos foram constituídos por quatro inoculações de cepas recomendadas pelo Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA) para a cultura do feijão-caupi INPA 03-11b (BR 3301), UFLA 03-84 (BR 3302), BR 3267 e BR 3262, e a cepa a ser também testada BR 3299, duas testemunhas com adição de adubação nitrogenada (50 kg ha⁻¹ no plantio e 80 kg ha⁻¹, sendo 40 kg no plantio e de 40 kg em cobertura aos 30 dias após o plantio) e uma testemunha sem adubação nitrogenada e sem inoculação. As cepas recomendadas INPA 03-11b (BR 3301), BR 3267, BR 3262 e BR 3267 e a cepa testada BR 3299 responderam satisfatoriamente aos testes de eficiência agrônoma, apresentando alto potencial para também serem recomendadas como inoculantes para o feijão-caupi na região Meio-Norte do Estado do Piauí.

Palavras-chave: *Bradyrhizobium*, fixação biológica de N₂, *Vigna unguiculata*

Cowpea cv BR17 Gurguéia yield inoculated with symbiotic diazotrophic bacteria in Piauí

ABSTRACT

Cowpea bean is an important culture for the North and Northeast regions in Brazil for its adaptability to soil-climatic changes and for being one of the main protein sources for these regions population. Therefore, this work aimed to select symbiotic diazotrophic bacteria strains to be used as inoculants for Cowpea bean (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) cultivation, in the Middle North region of the Piauí State, Brazil. The experiment was installed into Middle North EMBRAPA Experimental Station, located in the municipality of Teresina, PI, Brazil. Treatments consisted of four strains inoculations recommended by the Ministry of Agriculture, Livestock and Food Supply (MAPA) for cultivation of the cowpea bean INPA 03-11b (BR 3301), UFLA 03-84 (BR 3302), BR 3267 and BR 3262, and also the strain BR 3299 to be tested, two witness with nitrogen fertilization addition (50 kg ha⁻¹ during plantation and; 80 kg ha⁻¹, 40 kg during plantation and 40 kg in covering layer 30 days after plantation) and one witness without nitrogen adubation and without inoculation. Recommended strains INPA 03-11b (BR 3301), BR 3267, BR 3262 and BR 3267 and the tested strain BR 3299 responded satisfactorily to agronomic efficiency tests and presented high potential for use as inoculants for cowpea bean in the Middle North region of Piauí.

Key words: *Bradyrhizobium*, biological fixation of N₂, *Vigna unguiculata*

¹ Secretaria de Educação e Cultura, Av. Pedro Freitas S/N, São Pedro, CEP 64018-000, Teresina-PI, Brasil. Fone: (086) 3216-3351. E-mail: algalmeida@gmail.com

² Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Centro de Pesquisa Agropecuária do Meio-Norte, Avenida Duque de Caxias, 5.650, Buenos Aires, CEP 64006-220, Teresina-PI, Brasil. Caixa-Postal 01. Fone: (86) 3225-1141 Ramal 206. Fax: (86) 3225-1142. E-mail: rmaria@cpamn.embrapa.br; luizf@cpamn.embrapa.br.

³ Universidade Federal do Piauí, Campus Profa. Cinobelina Elvas, BR 135 - km 03, Planalto Horizonte/Cibrazem, CEP 64.900-000, Bom Jesus-PI, Brasil. Fone: (89) 3562-1866. E-mail: rafaella.nobrega@gmail.com; algaci@ufpi.br; jnobrega@ufpi.br

⁴ Bolsista de Produtividade em Pesquisa do CNPq

INTRODUÇÃO

O feijão-caupi é uma importante cultura alimentar e constitui a principal fonte de proteína na dieta de populações pobres especialmente na América Latina e África. Contudo, é uma cultura que apresenta baixa produtividade média (300 a 400 kg ha⁻¹), principalmente no nordeste brasileiro, já que grande parte da produção está ligada a pequenas e médias propriedades que geralmente utilizam baixo nível tecnológico (Frota & Pereira, 2000).

Para essa cultura, resultados de pesquisa utilizando inoculantes para a FBN (fixação biológica do nitrogênio) são promissores (Martins et al., 2003; Lacerda et al., 2004; Rumjanek et al., 2005; Soares et al., 2006; Zilli et al., 2006; Zilli et al., 2007). Segundo Martins et al. (2003), em estudo com seleção de bactérias diazotróficas simbióticas (BDS) para o feijão-caupi cv IPA 206, foi possível selecionar a cepa BR 3267 (Semia 6462) capaz de aumentar a produtividade em até 30%. Em Minas Gerais, Lacerda et al. (2004) verificaram que as inoculações com as cepas de BDS, INPA 03-11 b (BR 3301) e UFLA 03-84 (BR 3302) contribuíram de forma significativa para o aumento no rendimento de grãos do feijão caupi cv BR14 Mulato, em relação às plantas não inoculadas e sem N mineral; efeito também verificado por Soares et al. (2006), em ensaio de campo, em Minas Gerais. Para a estirpe BR 3267, Zilli et al. (2006) sugerem para os níveis de adoção tecnológica no estado de Roraima que em solos com baixa população de rizóbio estabelecida, a cepa BR 3267 é capaz de proporcionar rendimentos semelhantes à aplicação de 50 kg ha⁻¹ de N no plantio ou 80 kg ha⁻¹ de N, parcelado em duas vezes para a cv BRS Mazagão. Com isso, pode-se dispensar a adubação nitrogenada quando a inoculação de sementes for adotada.

Na literatura existem cepas de bactérias recomendadas para a cultura do feijão caupi BR 3262 (Martins, 1996), BR 3267 (Zilli et al., 2007), UFLA 03-84 (BR 3302) e INPA 03-11b (BR 3301) (Lacerda et al., 2004; Soares et al., 2006), regulamentadas e recomendadas comercialmente pelo Ministério da Agricultura Agropecuária e Abastecimento (MAPA, 2006). No entanto, com o avanço dos trabalhos de melhoramento genético para a espécie, têm-se cultivares de feijão, que podem ter comportamento característico quando inoculadas com BDS (Xavier et al., 2006). Isto pode acontecer porque existem respostas peculiares entre os genótipos resultantes da expressão genética, influenciando a distribuição dos elementos ou a sensibilidade de sistemas metabólicos. Além disso, para a utilização da tecnologia de inoculação, são necessárias pesquisas para determinar as melhores estirpes a serem utilizadas como inoculantes numa determinada região, pois estas sofrem interferências das condições edafo-climáticas como acidez, disponibilidade de nutrientes, temperatura e umidade do solo (Vargas & Graham, 1988; Kahindi et al., 1997; Hungria & Vargas, 2000; Andrade et al., 2002; Hara & Oliveira, 2005; Moreira & Siqueira, 2006). Pelo caráter promíscuo da nodulação do feijão-caupi, espécies nativas presentes no solo podem colonizar as raízes, competindo com a cepa inoculante pelos sítios de infecção (Thies et al., 1991). Tais fatores explicam,

na maioria das vezes, os resultados negativos em ensaios de seleção de estirpes em determinada região.

A baixa produtividade do feijão-caupi na região Meio-Norte do Brasil (IBGE, 2006), que compreende os estados do Piauí e Maranhão, é devido, principalmente, ao menor uso de insumos agrícolas; e o fato de que a cultura se beneficia do N proveniente da FBN torna necessária sua otimização, por meio da inoculação com cepas de rizóbios eficientes e adaptadas à região. Com isso, a realização de estudos visando avaliar a eficiência agrônômica de cepas para a região é necessária.

O presente estudo teve como objetivo selecionar por meio de estudos de eficiência agrônômica, cepas de BDS para serem utilizadas como inoculantes para a cultura do feijão-caupi cv BR 17 Gurguéia na região do Meio Norte do Estado do Piauí.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado em setembro de 2006, no campo experimental da Embrapa Meio-Norte em Teresina-PI, localizado a 05°05'S e 42°48'W e altitude de 74,4 m. O clima da região segundo Köppen é do tipo Aw', com temperatura média de 27,9°C, com máxima de 38,1°C e mínima de 17,8°C, umidade relativa média do ar de 69,2% e precipitação pluviométrica média anual de 1300 mm, com 80% das chuvas concentrando-se no período de janeiro a abril (Bastos & Andrade Júnior, 2000).

O estudo foi conduzido em um Neossolo Flúvico Eutrófico (Embrapa 2000), cujos atributos químicos avaliados na camada de 0 a 0,2 m foram antes da adubação e da semeadura encontram-se na Tabela 1.

Tabela 1. Características químicas de uma amostra de um Neossolo Flúvico Eutrófico (profundidade 0-0,20 m) antes da adubação e da semeadura da cv BR 17 Gurguéia na região do Meio Norte do Piauí

Table 1. Chemical characteristics of an eutrophic fluvial neosol sample (0-0,20 m depth) before fertilization and cv BR 17 Gurguéia sowing in the Middle North Piauí region

Característica	Unidade	Valor
pH em H ₂ O (1:2,5)		5,45
P (Mehlich I)	mg dm ⁻³	37,80
K ⁺ (Mehlich I)	cmol _c dm ⁻³	0,5
Ca ²⁺	cmol _c dm ⁻³	2,36
Mg ²⁺	cmol _c dm ⁻³	1,71
Na ⁺ cmol _c dm ⁻³	0,17	
Al ³⁺ cmol _c dm ⁻³	0,06	
H + Al	cmol _c dm ⁻³	2,43
Soma de bases	cmol _c dm ⁻³	4,74
CTC efetiva	cmol _c dm ⁻³	4,80
CTC potencial	cmol _c dm ⁻³	7,17
m %	1,25	
V %	66,15	
Matéria orgânica	g kg ⁻¹	15,51

Cada parcela foi constituída por 12 fileiras de 4,0 m de comprimento, tendo como área útil as seis fileiras centrais, dispensando 1,0 m nas cabeceiras. O espaço entre as parcelas foi de 2,0 m, entre as fileiras 0,5 m e entre covas 0,25 m, segundo recomendação do MAPA (2006).

O delineamento utilizado foi o de blocos casualizados com oito tratamentos (formas de adição de nitrogênio) e seis repetições com a cultivar de feijão-caupi BR 17 Gurguéia (Freire Filho et al., 2008). Os tratamentos foram constituídos pelas inoculações de cinco cepas de BDS: T1: INPA 03-11b (BR 3301) (*Bradyrhizobium japonicum*), T2: UFLA 03-84 (BR 3302) (*Bradyrhizobium japonicum*), T3: BR 3267 (*Bradyrhizobium japonicum*), T4: BR 3299 (*Bradyrhizobium ssp*) e T5: BR 3262 (*Bradyrhizobium elkanni*) sem adição de adubação nitrogenada, e três testemunhas, sendo: T6: com adubação nitrogenada de 40 kg ha⁻¹ no plantio e de 40 kg ha⁻¹ em cobertura sem inoculação aos 30 dias após o plantio (N80); T7: adubação nitrogenada de 50 kg ha⁻¹ no plantio sem inoculação (N50) e T8: sem adubação nitrogenada e sem inoculação (N0). As estirpes INPA 03-11b (BR 3301), UFLA 03-84 (BR 3302), BR 3267 e BR 3262 são recomendadas para cultura do feijão-caupi pelo MAPA (2006) e a estirpe BR 3299 (oriunda da coleção Embrapa Agrobiologia) está em fase de teste.

Para o preparo do solo foram realizadas uma aração e duas gradagens leves, sendo a primeira logo após a aração e a segunda às vésperas da semeadura. As covas foram abertas com o auxílio de enxadas e a semeadura foi realizada manualmente, logo após a inoculação das sementes.

Os inoculantes foram fornecidos pela Embrapa Agrobiologia, em veículo turfoso e concentração mínima de rizóbio na ordem de 10⁸ células g⁻¹ de inoculante. A inoculação, realizada em laboratório, consistiu da mistura de uma proporção de 500 g do inoculante para cada 50 kg de sementes umedecidas, ou seja, 12,0 g do inoculante para 10 mL de solução açucarada, conforme Hungria et al. (2001).

O plantio foi realizado utilizando-se quatro sementes por cova. 15 dias após a semeadura, foi realizado o desbaste, deixando-se duas plantas por cova. Para o tratamento T6, que recebeu adubação nitrogenada no plantio (40 kg ha⁻¹), a adubação nitrogenada de cobertura foi feita aos 30 dias após o plantio. Para o controle das plantas daninhas, foram feitas duas aplicações (08/09 e 11/09) do herbicida glifosato na dosagem 2,0 kg ha⁻¹ de ingrediente ativo em pré-plantio, e uma capina manual aos 30 dias após o plantio com auxílio de enxada. Foram feitos tratamentos fitossanitários visando o controle de pragas (pulgões, cigarrinhas, vaquinhas e tripes) através de pulverizações foliares com dimetoato (De Polli et al., 1986). O cultivo foi feito sob irrigação por aspersão convencional, e as irrigações foram feitas a cada três dias por 2 horas com vazão de aspersor de 10 mm h⁻¹, que corresponde a uma lâmina de água de 20 mm.

Na primeira avaliação, realizada por ocasião do florescimento (35 dias), foram coletadas 10 plantas por parcela na área útil, com as raízes intactas, da terceira linha de cada lado da parcela, sendo separada a parte aérea (usando-se o ponto de inserção cotiledonar para o corte). Foram avaliados os caracteres matéria seca de nódulo por planta (MSN);

número de nódulo por planta (NN); matéria seca da parte aérea por planta (MSPA); e teor de N na massa seca da parte aérea (NTPA). Utilizou-se o método semi microkjeldahl (Silva, 1981); e eficiência relativa (Efr) segundo a fórmula (Bergensen et al., 1971):

$$Efr = \frac{MSPA_{inoculada}}{MSPA_{comN}} \times 100$$

em que: Efr – eficiência relativa; MSPA inoculada – matéria seca da parte aérea da planta inoculada; MSPA com N – matéria seca da parte aérea da planta com N mineral. Para a obtenção da massa seca da parte aérea, as dez plantas coletadas em cada parcela foram acondicionadas em sacos de papel e secas em estufa a temperatura de 65°C por no mínimo 48 horas. Após a secagem e moagem da parte aérea das plantas, foi retirada uma amostra representativa de cada parcela para determinação da matéria seca e teor de N na MSPA.

A segunda avaliação foi realizada por ocasião da colheita dos grãos que foi feita manualmente entre 20/11/06 e 11/12/06. Foram coletadas as vagens de 10 plantas contidas na área útil de cada parcela. Posteriormente, todas as vagens foram secas ao ar e trilhadas. Foram avaliados o número de vagens por planta (NVPL); peso de vagens por planta (PVPL); comprimento de vagens em cm (COMV); teor (TNG) e acúmulo (ANG) de N dos grãos; peso de grãos por planta (PGPL); peso de cem grãos (P100 g) e rendimento de grãos por hectare (RG). Para peso de 100 grãos (P100 g), misturaram-se os grãos de cinco plantas, sendo posteriormente retirados os cem grãos para determinação do peso. Após a secagem e moagem dos grãos, foi retirada uma amostra representativa de cada parcela para determinação da matéria seca e teor de N.

Os dados foram submetidos à análise de variância empregando-se o sistema de análise estatística SISVAR 4.2 (Ferreira, 2000). Para a comparação das médias dos tratamentos utilizou-se o teste Scott-Knott a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na primeira avaliação, por ocasião do florescimento, verificou-se efeito significativo das formas de fornecimento de N sobre o NN e a MSN (Tabela 1). As cepas BR 3267, BR 3299 e o tratamento testemunha com 80 kg ha⁻¹ de N mineral apresentaram os maiores valores. Não foi observada redução da nodulação, tal como Zilli et al. (2006), mas houve redução na MSN dos tratamentos que receberam adubação nitrogenada.

Staples & Toenniessen (1981) consideraram que o NN por planta fornece a medida da maior ou menor susceptibilidade do hospedeiro à infecção por bactérias do então gênero *Rhizobium*, hoje dividido em diversos outros, incluindo *Bradyrhizobium*. Assim, o NN é consequência da densidade de bactérias presentes nas amostras representando uma medida semiquantitativa do número de células presentes. A maior nodulação das cepas BR 3267 e BR 3299 pode ser considerada indicativo destas serem boas competidoras, o que sugere estudos de competitividade.

O NN encontrado nos tratamentos com fontes de N e nos sem inoculação refere-se à capacidade nodulífera da população nativa, variando de 18,62 nódulos planta⁻¹ no tratamento que recebeu 50 kg ha⁻¹ de N a 26,28 nódulos planta⁻¹ para o tratamento 80 kg ha⁻¹ de N. Quando se compara o NN das cepas BR 3267 e BR 3299 com o apresentado pelo tratamento testemunha com 80 kg ha⁻¹ de N mineral, pode-se verificar que são iguais. Isto indica que a população nativa do solo nodulífera de caupi não foi inibida pela adição de N mineral. Contudo, a MSN do tratamento testemunha com 80 kg ha⁻¹ de N mineral foi reduzida (171,07 g planta⁻¹), assim como o tratamento testemunha com 50 kg ha⁻¹ de N mineral (167,98 g planta⁻¹), indicando o efeito inibidor do nitrogênio na MSN. Martinazzo (1989), estudando o potencial de FBN no feijão-caupi, em um Latossolo Vermelho Amarelo argiloso na Amazônia, obteve oito nódulos por planta na testemunha sem N, 12 nódulos por planta na testemunha com 80 kg de N ha⁻¹ e até 118 nódulos por planta no caso de tratamentos com inoculação. Lacerda et al. (2004), a partir de um ensaio de campo, afirmam que a dose de 70 kg ha⁻¹ de N (testemunha com N) não foi suficiente para inibir a nodulação, pois as médias de MSN e de NN ficaram no mesmo grupo da testemunha com N mineral, à exceção da estirpe UFLA 03-84, em relação a MSN. Zilli et al. (2006), em ensaio de campo em área de cerrado obtiveram na dose de 80 kg ha⁻¹ de N (testemunha com N) nos anos de 2005 e 2006, número de nódulos de 10,37; e 31,92; respectivamente, e em área de mata 22,2 e 38,05; respectivamente.

Para as variáveis MSPA, Efr50, Efr80, NTPA e ANPA (Tabela 2), somente o ANPA apresentou diferença significativa entre os tratamentos. A falta de diferença entre o tratamento testemunha s/ N para as variáveis MSPA, Efr50, Efr80, NTPA comprova a capacidade de a população nativa ser adaptada a estabelecer a simbiose com feijão-caupi, leguminosa

considerada promíscua (Lewin et al., 1987; Martins et al., 1997; Melloni et al., 2006; Nóbrega, 2006).

Para as variáveis NVPL, PVPL, COMV, TNG, PGPL, ANG e P100g (Tabela 3) foi verificada diferença significativa entre os tratamentos somente para ANG. Neste caso, os tratamentos que receberam a inoculação das cepas INPA 03-11b, BR 3267, BR 3299, BR 3262 e o tratamento com N 50 kg ha⁻¹ apresentaram maiores valores em relação à UFLA 03-84 (BR 3302) e às testemunhas com N 80 kg ha⁻¹ e controle absoluto (sem inoculação e sem N).

Avaliando-se os dados de produção, verificou-se que o RG dos tratamentos inoculados variou de 1369,70 a 1953,99 kg ha⁻¹. Não houve diferença significativa entre os RG para as cepas INPA 03-11b, BR 3267, BR 3299 e BR 3262 e para a testemunha que recebeu 50 kg de N ha⁻¹. Já a cepa UFLA 03-84 apresentou o mesmo RG do tratamento testemunha com 80 kg de N ha⁻¹ e testemunha sem adição de N.

As cepas BR 3267 e BR 3262 acarretaram aumento de 24,63 e 38,86%, respectivamente, em relação à testemunha sem N e sem inoculação. Por outro lado, o aumento foi, estatisticamente, semelhante ao tratamento com N 50 kg ha⁻¹. Estes resultados corroboram os verificados em ensaios de campo em outras regiões (Rumjanek et al., 2005; Zilli et al., 2006). As médias do RG de 1.637,08 kg ha⁻¹ para a BR 3267 e de 1.823,92 kg ha⁻¹ para a BR 3262 podem ser consideradas altas quando comparadas com as médias das principais regiões do estado do Piauí (Chapada, Extremo Sul Piauiense e Alto Parnaíba Piauiense) que variam entre 181 e 880 kg ha⁻¹ (IBGE, 2006).

No presente estudo foi também verificado que na comparação das médias dos tratamentos inoculados com os tratamentos nitrogenados, obteve-se um rendimento superior nos inoculados, em cerca de 136 kg ha⁻¹, e cerca de 378 kg ha⁻¹ em relação ao tratamento sem N e sem inoculação, respectivamente.

Tabela 2. Número de nódulos (NN) e matéria seca de nódulos (MSN), matéria seca da parte aérea (MSPA), eficiência relativa (Efr), teor de nitrogênio total (NTPA) e acúmulo de N (ANPA) em função de diferentes fontes de N na cultura do feijão caupi cv BR 17 Gurguéia por ocasião do florescimento na região do Meio Norte do Piauí

Table 2. Number of nodules (NN) and nodule dry mass (MSN), dry matter of aerial part (MSPA), relative efficiency (ER), total amount of nitrogen (NTPA) and N accumulation (ANPA) in relation to different sources of N in cowpea bean cv BR 17 Gurguéia cultivation due to flourishing in the Middle North region in Piauí

Fontes de N	NN nº. planta ⁻¹	MSN mg planta ⁻¹	MSPA g planta ⁻¹	Efr 50 %	Efr 80 mg planta ⁻¹	NTPA %	ANPA
INPA 03-11B	23,72 b	206,89 b	11,55 a	104,59 a	128,01 a	4,46 a	516,13 a
UFLA 03-84	22,32 b	195,89 b	9,14 a	85,36 a	98,39 a	4,52 a	404,51 a
BR 3267	29,80 a	228,87 a	8,93 a	79,70 a	92,25 a	4,48 a	393,64 a
BR 3299	28,50 a	223,67 a	10,21 a	92,80 a	108,62 a	4,44 a	454,74 a
BR 3262	18,94 b	196,75 b	10,16 a	94,52 a	105,12 a	4,49 a	457,32 a
Test, c/ N - 80 kg ha ⁻¹	26,28 a	171,07 c	10,57 a	-	100,00 a	4,72 a	496,64 a
Test, c/ N - 50 kg ha ⁻¹	18,62 b	167,98 c	11,11 a	100,00 a	-	4,75 a	527,69 a
Test, s/ N	21,55 b	168,23 c	7,40 a	66,34 a	74,60 a	4,25 a	238,76 b
CV (%)	16,66	9,25	30,69	30,52	35,12	8,51	30,80

Médias seguidas da mesma letra nas colunas não diferem entre si de acordo com o teste Scott-Knott a 5% de probabilidade

Tabela 3. Número de vagem por planta (NVPL), peso de vagem por planta (PVPL), comprimento de vagem (COMV), teor de N nos grãos (TNG), peso de grãos (PGPL), acúmulo de N nos grãos (ANG), peso de 100 g (P100g) e rendimento de grãos (RG), por ocasião da colheita, em função de diferentes fontes de N

Table 3. Number of pod per plant (NVPL), pod weight per plant (PVPL), pod length (COMV), amount of N in grains (TNG), grains weight (PGPL), N accumulation in grain (ANG), weight of 100 g (P100g) and grain yield (RG), due to harvesting in relation to different sources of N

Fonte de N	NVPL -----g planta ⁻¹ -----	PVPL	COMV -cm-	TNG -%-	PGPL ---g---	ANG -kg ha ⁻¹ --	P100g -g---	RG -kg ha ⁻¹ ---
INPA 03-11B	11,50 a	2,24 a	16,86 a	4,17 a	18,51 a	81,49 a	12,51 a	1.953,99 a
UFLA 03-84	11,00 a	2,21 a	16,82 a	4,27 a	17,48 a	58,54 b	13,02 a	1.369,70 b
BR 3267	11,00 a	2,26 a	16,71 a	4,28 a	18,29 a	69,91 a	13,52 a	1.637,08 a
BR 3299	12,00 a	2,26 a	16,87 a	4,16 a	19,01 a	69,49 a	12,87 a	1.672,69 a
BR 3262	11,66 a	2,16 a	16,87 a	4,29 a	17,22 a	78,18 a	12,61 a	1.823,92 a
Test, c/ N - 80 kg ha ⁻¹	10,00 a	2,28 a	17,25 a	4,38 a	15,91 a	53,70 b	12,80 a	1.226,31 b
Test, c/ N - 50 kg ha ⁻¹	11,50 a	2,29 a	17,09 a	4,27 a	17,73 a	80,23 a	13,30 a	1.884,61 a
Test, s/ N	9,17 a	2,23 a	17,02 a	4,36 a	17,47 a	57,21 b	12,38 a	1.313,45 b
CV (%)	21,76	6,12	3,4	3,08	18,70	17,95	16,3	17,63

Médias seguidas da mesma letra nas colunas não diferem entre si de acordo com o teste Scott-Knott a 5% de probabilidade

CONCLUSÕES

As cepas recomendadas INPA 03-11b (BR 3301), BR 3267, BR 3262 e BR 3267 e a cepa testada BR 3299 responderam satisfatoriamente aos testes de eficiência agrônômica, apresentando alto potencial para também serem recomendadas como inoculantes para o feijão-caupi na região Meio-Norte do estado do Piauí.

LITERATURA CITADA

- Andrade, D.S.; Murphy, P.J.; Giller, K.E. Effects of liming and legume/cereal cropping on populations of indigenous rhizobia in an acid Brazilian Oxisol. *Soil Biology and Biochemistry*, v.34, n.4, p.477-485, 2002.
- Bastos, E.A.; Andrade Júnior, A.S. de. Dados agrometeorológicos para o município de Teresina, PI (1980-1999). Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2000. 27 p. (Embrapa Meio-Norte, Documentos, 46).
- Bergensen, F.J.; Brockwell, J.; Gibson, A.H.; Schwinghammer, E.A. Studies of natural populations and mutants of *Rhizobium* in the improvement of legume inoculants. *Plant and Soil*, v.35, n.1, p.3-16, 1971.
- De Polli, H.; Souto, S.M.; Franco, A.A. Compatibilidade de agrotóxicos com *Rhizobium* spp. e a simbiose das leguminosas. Seropédica, RJ: Embrapa – UAPNPBS, 1986. 75p. (Embrapa – UAPNPBS. Documentos, 3).
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa. Sistema brasileiro de classificação dos solos. Brasília: Embrapa-CNPq, 2000. 412p.
- Ferreira, D.F. Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows 4.0. In: Reunião Anual Brasileira da Sociedade Internacional de Biometria, 45., São Carlos, 2000. Anais... São Carlos: Universidade Federal de São Carlos, 2000. p.255-258.
- Freire Filho, F. R.; Santos, A.A. dos; Cardoso, M.J.; Silva, P.H.S. da; Ribeiro, V.Q. BR 17 Gurguéia. http://www.cpamn.embrapa.br/publicacoes/folders/2008/br17_gurgueia.pdf. 10 Dez. 2008.
- Frota, A.B.; Pereira, P.R. Caracterização da produção de feijão-caupi na região Meio-Norte do Brasil. In: Cardoso, M. J. (Org.). A cultura do feijão-caupi no Meio Norte do Brasil, Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2000. p.9-25. (Embrapa Meio-Norte. Circular Técnica, 28).
- Hara, F.A.S.; Oliveira, L.A. Características fisiológicas e ecológicas de isolados de rizóbios oriundos de solos ácidos de Iranduba, Amazonas. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.40, n.7, p.667-672, 2005.
- Hungria, M.; Campo, R.J.; Mendes, I.C. Fixação biológica do nitrogênio na cultura da soja. Londrina: Embrapa Soja, 2001. 48p. (Embrapa Soja. Circular Técnica, 35/ Embrapa Cerrados. Circular Técnica, 13).
- Hungria, M.; Vargas, M.A.T. Environmental factors affecting N₂ fixation in grain legumes in the tropics with an emphasis on Brazil. *Field Crops Research*, v.65, n.2-3, p.151-164, 2000.
- Instituto Brasileira de Geografia e Estatística - IBGE. Levantamento Sistemático da Produção Agrícola (LSPA) – 1997-2006. <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/default.shtm>. 10 Dez. 2008.
- Kahindi, J.H.P.; Woome, P.; George, T.; Moreira, F.M.S.; Karanja, N.K.; Giller, K.E. Agricultural intensification, soil biodiversity and ecosystem function in the tropics: the role of nitrogen-fixing bacteria. *Applied Soil Ecology*, v.6, n.1, p.55-76, 1997.
- Lacerda, A.M.; Moreira, F.M.S.; Magalhães, F.M.M.; Andrade, M.J.B. de; Soares, A.L. Efeito de estirpes de rizóbio sobre a nodulação e produtividade do feijão caupi. *Revista Ceres*, v.51, n.293, p.67-82, 2004.
- Lewin, A.; Rosenberg, C.; Meyer, H.A.; Wong, C.; H. Nelson, L.; Anen, J.F.; Stanley, J.; Dowling, D.N.; Dénarie, J.; Broughton, W.J. Multiple host-specificity loci of the broad

- host-range *Rhizobium* sp. NGR234 selected using the widely compatible legume *Vigna unguiculata*. *Plant Molecular Biology*, v.8, n.6, p.447-459, 1987.
- Martinazzo, A.F. Potencial de fixação em N₂ em *Vigna unguiculata* Walp. em diferentes condições ambientais. Itaguaí, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 1989. 154p. Dissertação Mestrado.
- Martins, L.M.; 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, n.6, p.333-339, 2003.
- Martins, L.M.V. Características ecológicas e fisiológicas de rizóbio que nodula caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) isolados a partir de solos da região Nordeste do Brasil. Seropédica-RJ: Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 1996. 213p. Dissertação Mestrado.
- Martins, L.M.V.; Neves, M.C.P.; Rumjanek, N.G. Growth characteristics and symbiotic efficiency of rhizobia isolated from cowpea nodules of the northeast region of Brazil. *Soil Biological and Biochemistry*, v.29, n.5-6, p.1005-1110, 1997.
- Melloni, R.; Moreira, F.M.S.; Nóbrega, R.S.A.; Siqueira, J.O. Eficiência e diversidade fenotípica de bactérias diazotróficas que nodulam caupi [*Vigna unguiculata* (L.) Walp] e feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) em solos de mineração de bauxita em reabilitação. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.30, n.5, p.235-246, 2006.
- Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA. Instrução normativa DAS art. 2º. do decreto nº. 5741 de 30 de março de 2006.
- Moreira, F.M.S.; Siqueira, J.O. *Microbiologia e Bioquímica do solo*. 2. ed. Lavras: Editora UFLA, v.1, 2006. 729p.
- Nóbrega, R.S.A. Efeito de sistemas de uso da terra na Amazônia sobre atributos do solo, ocorrência, eficiência e diversidade de bactérias que nodulam caupi [*Vigna unguiculata* (L.) Walp]. Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2006. 188p. Tese Doutorado.
- Rumjanek, N.G.; Martins, L.M.V.; Xavier, G.R.; Neves, M.C.P.A. Fixação biológica de nitrogênio, In: Freire Filho, F.R.; Lima, J.A.A.; Ribeiro, V.Q. (Eds.). *Feijão-caupi: avanços tecnológicos*. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2005. p.280-335.
- Silva, D. J. *Análise de alimentos (Métodos químicos e biológicos)*. Viçosa: UFV, 1981, 166p.
- Soares, A.L.L.; Pereira, J.P.A.R.; Ferreira, P.A.A. ; Vale, H.M.M. ; Lima, A.S.; Andrade, M.J.B.; Moreira, F.M. S. Eficiência agrônômica de rizóbios selecionados e diversidade de populações nativas nodulíferas em Perdões (MG). I – Caupi. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.30, n.5, p.795-802, 2006.
- Staples, R.C.; Toenniessen, G.R. *Plant disease control*. New York: Wiley, 1981. p.221-234.
- Thies, J.E.; Singleton, P.W.; Bohlool, B.B. Influence of the size of indigenous rhizobial populations on establishment and symbiotic performance of introduced rhizobia on field-grown legumes. *Applied and Environmental Microbiology*, v.57, n.1, p.19-28, 1991.
- Vargas, A.A.T.; Graham, P.H. *Phaseolus vulgaris* cultivar and *Rhizobium* strain in acid-pH tolerance and nodulation under acid conditions. *Field Crops Research*, v.19, n.2, p.91-101, 1988.
- Xavier, G.R.; Martins, L.M.V.; Ribeiro, J.R.A.; Rumjanek, N.G. Especificidade simbiótica entre rizóbios e acessos de feijão-caupi de diferentes nacionalidades. *Revista Caatinga*, v.19, n.1, p.25-33, 2006.
- Zilli, J.E.; Marson, L.C.; Xavier, G.R.; Rumjanek, N.G. Recomendação da estirpe BR 3267 (=Semia 6462) para a inoculação de sementes de feijão-caupi em Roraima. Boa Vista: Embrapa Roraima, 2007. 6p. (Embrapa Roraima. Comunicado Técnico, 04).
- Zilli, J.E.; Marson, L.C.; Xavier, G.R.; Rumjanek, N.G. Avaliação de estirpes de rizóbio para a cultura do feijão-caupi em Roraima. Boa Vista: Embrapa Roraima, 2006. 8p. (Comunicado Técnico, 1).