

Inoculação do feijão-caupi com rizobactérias promotoras de crescimento e desempenho na produção de biomassa

Cowpea inoculated with growth promoting rhizobacteria and biomass production

Fabio Fernando de Araújo^{1*}, Ademir Sergio Ferreira de Araújo², Marcio Reginaldo de Souza¹

¹Faculdade de Ciências Agrárias,
Universidade do Oeste Paulista
(UNOESTE), Rod. Raposo Tavares,
Km 572, Limoeiro, CEP 19067-175,
Presidente Prudente, SP, Brasil
²Centro de Ciências Agrárias,
Universidade Federal do Piauí (UFPI),
Teresina, PI, Brasil

*autor correspondente
✉ fabio@unoeste.br

RESUMO: O objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho de feijão-caupi (*Vigna unguiculata*) na produção de massa seca e fixação de nitrogênio (N), utilizando-se da coinoculação das sementes com *Bradyrhizobium* sp. (SEMIA 6462) e *Bacillus subtilis* (prbs-1). O experimento foi conduzido em um Argissolo Vermelho Amarelo distroférrico, durante o período de abril a junho de 2009, em Presidente Prudente, SP. Foram estudados 4 tratamentos sob o delineamento experimental de blocos casualizados (T1- Feijão-caupi sem inoculação; T2- Feijão-caupi inoculado com *Bradyrhizobium* sp.; T3 Feijão-caupi inoculado com *B. subtilis*; T4- Feijão-caupi com *Bradyrhizobium* sp. e coinoculado com *B. subtilis*). A cultivar de feijão-caupi utilizada foi a BRS Guariba. Avaliou-se a nodulação, massa seca da parte aérea e acúmulo de N total em duas épocas (40 e 55 dias após a semeadura). A inoculação do feijão-caupi com a estirpe de *Bradyrhizobium*, recomendada comercialmente, aumentou a nodulação na planta. A simples inoculação do feijão-caupi com *B. subtilis* proporcionou o maior crescimento da planta, a fixação de N e não afetou a nodulação. Entretanto, na coinoculação não ocorreram ganhos nas variáveis avaliadas. No tratamento, em que se inoculou *B. subtilis* nas sementes de feijão-caupi, foram produzidos cinco megagramas de massa seca por hectare com acúmulo 209 kg de N em 55 dias de cultivo. O feijão-caupi apresentou-se como de grande potencial para uso na adubação verde em períodos curtos de cultivo.

PALAVRAS-CHAVE: *Vigna unguiculata*, fixação biológica de nitrogênio, nodulação.

ABSTRACT: The purpose of this research was to evaluate the performance of cowpea (*Vigna unguiculata*) as green manure and also the viability of co-inoculation of seeds with *Bradyrhizobium* sp. (SEMIA 6462) and *Bacillus subtilis* (PRBS-1). The experiment was carried out in Argisil soil from April to June 2009 in Presidente Prudente, State of São Paulo. Four treatments were evaluated in randomized blocks design (T1- Cowpea control; T2- cowpea inoculated with *Bradyrhizobium* sp.; T3- Cowpea inoculated with *B. subtilis*; T4- Cowpea inoculated with *Bradyrhizobium* sp. and co-inoculated with *B. subtilis*. BRS Guariba cowpea cultivar was utilized. Nodulation, biomass and total N accumulation were evaluated at two time periods (40 and 55 days after sowing). The inoculation with the strain of *Bradyrhizobium* commercially recommended increased nodulation in plants. A simple inoculation of cowpea with *B. subtilis* provided the greatest plant growth and N fixation and did not affect nodulation. However, the co-inoculation did not affect the parameters assessed. In the treatment where *B. subtilis* was inoculated in cowpea, 5.0 Mg of dry matter per hectare was produced with accumulation of 209 kg/N at 55 days of sowing. Cowpea presented good potential for use in green manure for short cultivation periods.

KEYWORDS: *Vigna unguiculata*, nitrogen fixation, nodulation.

Introdução

O feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.), também conhecido como feijão-de-corda ou feijão-macassar, tem grande importância socioeconômica no Brasil, onde se constitui em componente da dieta alimentar (FREIRE FILHO; LIMA; RIBEIRO, 2005). A leguminosa apresenta alta tolerância aos estresses hídricos, térmicos e salinos, sendo capaz de se beneficiar grandemente da fixação biológica de nitrogênio (FBN) (MARTINS; NEVES; RUMJANEK, 1997). Além disso, o feijão-caupi tem o potencial de uso como adubo verde para incorporação de nitrogênio em cultivos orgânicos (CASTRO et al., 2004). O uso de leguminosas como plantas de cobertura ou adubação verde revela-se como estratégia promissora para aumento de sustentabilidade em agroecossistemas. Os benefícios relacionados a esta prática podem ser relacionados ao aporte de massa seca às áreas cultivadas, FBN, proteção do solo contra erosões e controle de plantas espontâneas (GUERRA et al., 2007). Uma das limitações ao uso da adubação verde na rotação de culturas está relacionada ao período e tempo do cultivo, para que não causem prejuízo à cultura comercial. Nesse sentido, o feijão-caupi tem grande vantagem por ser uma espécie de ciclo curto (FREIRE FILHO; LIMA; RIBEIRO, 2005).

A inoculação de estirpes de *Bradyrhizobium* spp., em sementes de feijão-caupi, recomendadas comercialmente, não consegue produzir benefícios significativos no rendimento da planta devido à competição com as estirpes nativas do solo (GUALTER et al., 2008). Por isso, é importante o desenvolvimento de novas estratégias que visam melhorar o desempenho da leguminosa durante a simbiose com o rizóbio. Uma estratégia promissora tem sido baseada na coinoculação de sementes com bactérias promotoras de crescimento, como forma de melhorar o desempenho da leguminosa hospedeira (ARAÚJO; HUNGRIA, 1999). Utilizando essa estratégia, foi demonstrado que a associação do *Bradyrhizobium* spp. com rizobactérias proporcionou ganhos de nutrição em feijão-caupi (SILVA; SILVA; FIGUEIREDO, 2006).

A rizobactéria *Bacillus subtilis* promove controle biológico de doenças no solo, indução de resistência a doenças da parte aérea, promoção de crescimento de plantas, além de incrementar a nodulação em leguminosas quando coinoculada com o rizóbio (ARAÚJO, 2008a). A utilização dessa espécie bacteriana em cultivos agrícolas pode trazer ganhos adicionais ao desenvolvimento das plantas, os quais precisam ser avaliados para sustentar futuras adoções de novas práticas agrícolas.

Nesse sentido, este trabalho tem por objetivo avaliar a produção de massa seca e a fixação de N em feijão-caupi em função da coinoculação de sementes com *Bradyrhizobium* e *Bacillus subtilis*.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido no município de Presidente Prudente, SP, durante os meses de abril a junho de 2009, utilizando-se a cultivar de feijão-caupi BRS, Guariba. Esta cultivar tem ciclo de aproximadamente 65 a 70 dias (FREIRE FILHO; LIMA; RIBEIRO, 2005), sendo importante

para utilização como adubo verde. O preparo do solo foi realizado por meio uma aração e duas gradagens niveladoras. O solo utilizado foi classificado como Argissolo Vermelho Amarelo Distroférico (EMBRAPA, 1999), sendo que a amostra foi submetida à análise química (VAN RAIJ et al., 2001) antes da instalação do experimento, apresentando os seguintes atributos: pH(CaCl₂) - 6,6; matéria orgânica - 41,0 g kg⁻¹; P - 135 mg dm⁻³; K - 6,6 mmol_c dm⁻³; Ca - 88 mmol_c dm⁻³; Mg - 21 mmol_c dm⁻³; CTC=135,0 mmol_c dm⁻³; e saturação de bases de 94%. O modelo de delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso com 4 tratamentos e 5 repetições. Cada parcela foi formada por 6 fileiras de 4 m de comprimento, espaçadas por 45 cm. A densidade de semeadura utilizada foi de 15 sementes por metro linear. O experimento foi dividido em 4 tratamentos distribuídos em 20 parcelas com 4 m de comprimento com 6 linhas espaçadas de 45 cm, sendo utilizadas 15 sementes por metro linear. Foram conduzidos os seguintes tratamentos: Tratamento 1- Feijão-caupi sem inoculação; Tratamento 2- Feijão-caupi inoculado com *Bradyrhizobium* sp. (Semia 6462); Tratamento 3- Feijão-caupi inoculado com *Bacillus subtilis* (PRBS-1); e Tratamento 4- Feijão-caupi inoculado com *Bradyrhizobium* sp. (Semia 6462) e coinoculado com *Bacillus subtilis* (PRBS-1).

Nos tratamentos com inoculação das sementes com *Bradyrhizobium* sp. (Semia 6462), utilizou-se inoculante turfoso comercial recomendado para o feijão-caupi fornecido pela TURFAL, Curitiba, PR. O inoculante apresentava a concentração de 1,0.10⁹ células g⁻¹. Para a inoculação, as sementes foram inicialmente submetidas ao tratamento com solução adesiva aquosa à base de açúcar cristal (10% de açúcar), na proporção de 1 mL da solução para 1,0 kg de sementes. Depois desse procedimento, foi realizada a inoculação das sementes com *Bradyrhizobium* sp. na proporção de 100 g do inoculante para 15 kg de sementes. Posteriormente, foi realizada a inoculação das sementes com *Bacillus subtilis*. Para isso, a estirpe PRBS-1 (ARAÚJO; HENNING; HUNGRIA, 2005) foi multiplicada durante 7 dias em 100 mL de caldo nutriente. Decorrido esse período, o meio de cultura foi centrifugado e o precipitado, contendo as células de *B. subtilis*, foi misturado a 500 g de torta de soja (textura fina, <210 mm) e secado durante 48 horas em estufa a 60 °C. O produto final apresentava a concentração de 1,0 10⁹ células g⁻¹ de *B. subtilis*. O produto foi então misturado às sementes, utilizando-se a proporção de 500 g do produto para 50 kg de semente. A inoculação das sementes e a semeadura foram realizadas no mesmo dia.

Aos 40 e aos 55 dias (início da formação de vagens e enchimento dos grãos) após a semeadura, foram coletadas 10 plantas ao acaso, na área útil de cada parcela, para avaliação de nodulação. As plantas foram coletadas com as raízes retiradas com profundidade de até 40 cm, com o devido cuidado para evitar perda de nódulos; após lavagem das raízes e separação dos nódulos, estes foram contados e secados em estufa com circulação de ar forçada à temperatura de 65 °C a 70 °C, até massa constante, e, em seguida, pesados. Na área útil de cada parcela, também foi demarcado previamente 1 m², onde se fez a coleta das plantas para avaliação da massa

seca produzida por m². As plantas foram cortadas rentes ao solo e colocadas para secar em estufa de circulação forçada de ar de 65 °C a 70 °C, até massa constante, em seguida, pesadas e, posteriormente, moídas para determinação do teor de N foliar, pelo método N-Kjeldhal (MALAVOLTA; VITTI; OLIVEIRA, 1997). O N acumulado na parte aérea foi calculado, multiplicando-se a massa seca das plantas pelos seus respectivos teores de N. Os valores obtidos de massa seca e N acumulados foram transformados para megagrama por hectare (Mg ha⁻¹). Os dados de temperatura média e precipitação diária, durante o período de condução do experimento foram obtidos na estação meteorológica instalada a aproximadamente 500 m do experimento.

Para efeito de análise estatística, os dados foram submetidos à análise de variância, utilizando-se o teste de Tukey a 5% para comparação das médias dos tratamentos.

Resultados e Discussão

A temperatura média diária oscilou entre 15 °C e 25 °C, durante a condução do experimento, e o acumulado de chuvas durante o experimento foi de 178 mm, distribuídos em períodos distintos (Figura 1). Os perfis de temperatura e precipitação encontrados, durante o período do experimento, são típicos do outono na região Sudeste.

De acordo com as Figuras 2 e 3, observa-se que apenas aos 55 dias após a semeadura (DAS), ocorreram diferenças significativas pelo teste F ($P < 0,05$) na nodulação. As sementes inoculadas apenas com o rizóbio apresentaram melhor desempenho nesse quesito, apesar de que a inoculação apenas com *B. subtilis* proporcionou também aumento da massa seca de nódulos aos 55 DAS, em comparação com a

testemunha. A nodulação encontrada na testemunha revela que, no local do experimento, existe comunidade estabelecida de *Bradyrhizobium* spp., a qual desenvolveu simbiose com o feijão-caupi, apesar de não haver histórico de cultivos recentes da leguminosa no local. Há relatos da associação do feijão-caupi com pelo menos seis espécies conhecidas de rizóbio, além de outras espécies não identificadas (ZILLI et al., 2006). Isso reforça a tese de que o feijão-caupi não apresenta especificidade dentro da relação simbiótica, ou seja, a planta pode desenvolver simbiose e formar nódulos com várias espécies de rizóbio encontradas no solo. Essa ausência de especificidade hospedeira justifica os vários relatos encontrados de insucessos de inoculação de caupi, em diversos locais, nos quais é constatado que a testemunha apresenta desempenho de nodulação semelhante aos tratamentos inoculados (GUALTER et al., 2008; SILVA et al., 2008; NASCIMENTO et al., 2008).

A coinoculação do rizóbio com *B. subtilis* não conseguiu incrementar, significativamente, a nodulação no feijão-caupi (Figura 2), diferentemente do que foi relatado por Araújo et al. (2010), com aumento da nodulação e fixação de N, quando se fez a coinoculação de ambas as espécies microbianas em condições de casa de vegetação.

Na avaliação de produção de massa seca da parte aérea de feijão-caupi, efetuada aos 40 e 55 dias após a semeadura, foi observado que o tratamento que recebeu a inoculação com *B. subtilis* promoveu crescimento significativo ($P > 0,05$) da planta na avaliação aos 55 dias (Tabela 1). Esse resultado demonstra que a inoculação de sementes, apenas com *Bacillus subtilis*, promoveu maior crescimento da planta, confirmando os resultados encontrados por Araújo (2008b) em soja, milho e algodão. Em relação à produção de massa seca

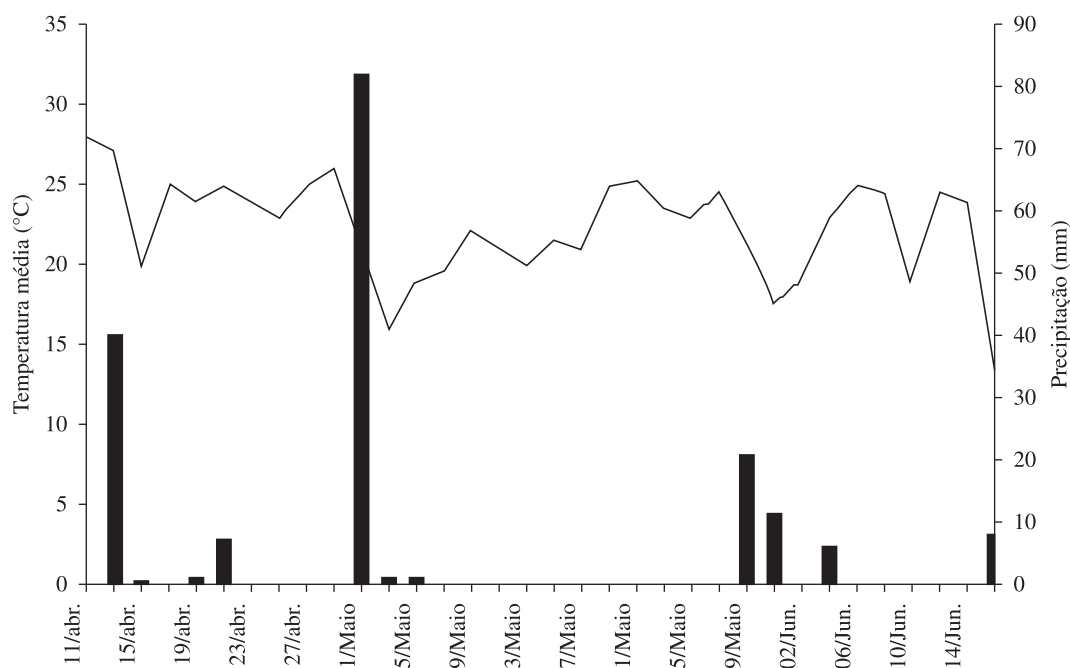


Figura 1. Precipitação pluviométrica (gráfico em colunas) e temperatura média diária (gráfico em linha), durante o período de condução do experimento em campo, Presidente Prudente, SP.

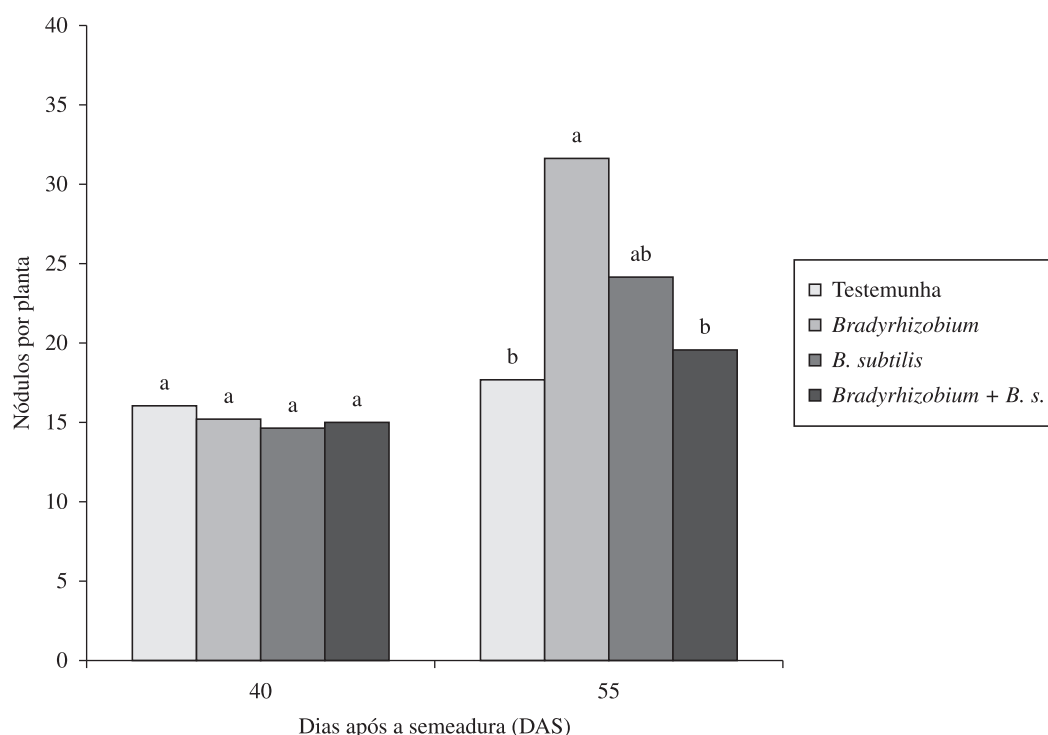


Figura 2. Nodulação em feijão-caupi aos 40 e 55 dias após a semeadura em função da inoculação das sementes com *Bradyrhizobium* sp. e *Bacillus subtilis*. Colunas com mesma letra, dentro de cada período de avaliação, não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

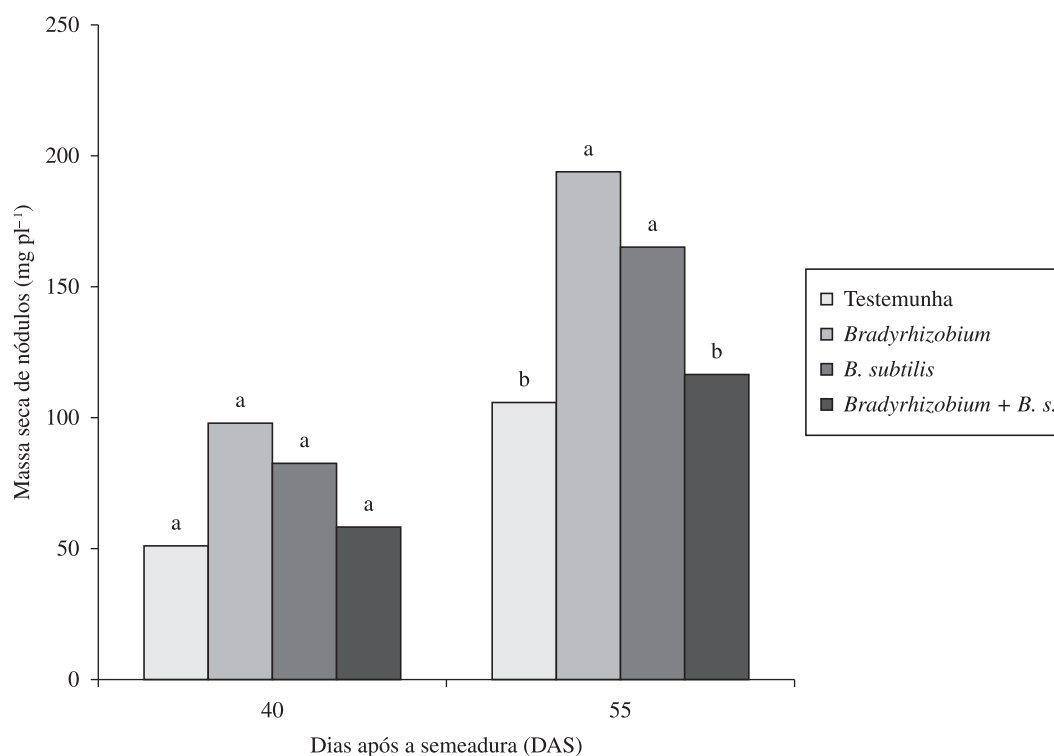


Figura 3. Massa seca de nódulos em feijão-caupi aos 40 e 55 dias após a semeadura, em função da inoculação das sementes com *Bradyrhizobium* sp. e *Bacillus subtilis*. Colunas com mesma letra, dentro de cada período de avaliação, não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

por hectare, o valor encontrado na testemunha foi semelhante ao observado por Silva et al. (2005), que conduziu a cultura do feijão-caupi durante 69 dias e encontrou a produção de 3,52 Mg ha⁻¹, com a finalidade de incorporação no solo como adubação verde para o cultivo de milho. Em um trabalho com

cultivo de leguminosas de inverno (trevo-branco e cornichão) semeadas em maio, como fonte de N para a cultura do arroz, foi encontrada produção média de massa seca na parte aérea de 5,3 Mg ha⁻¹ em ciclo médio de 150 dias (SCIVITTARO et al., 2002). O tratamento em que se inoculou apenas *B. subtilis*

Tabela 1. Produção de massa seca da parte aérea em feijão-caupi aos 40 e 55 dias após a semeadura (DAS), em função da inoculação com *Bradyrhizobium* sp. e *Bacillus subtilis*.

Tratamentos	Massa seca (Mg ha ⁻¹)		Valor relativo (%) ²
	40 DAS	55 DAS	
Testemunha	1,09 a ¹	3,28 b	100
<i>Bradyrhizobium</i>	1,17 a	4,56 ab	139
<i>B. subtilis</i>	1,25 a	5,00 a	152
<i>Bradyrhizobium</i> + <i>B. subtilis</i>	1,27 a	4,01 ab	122
C.V.(%)	14,8	10,3	

¹Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade; ²Considerando 100% o valor da testemunha aos 55 DAS.

Tabela 2. Acúmulo de N em feijão-caupi aos 40 e 55 dias após a semeadura (DAS), em função da inoculação com *Bradyrhizobium* spp. e *Bacillus subtilis*.

Tratamentos	N acumulado (kg ha ⁻¹)		Valor relativo (%) ²
	40 DAS	55 DAS	
Testemunha	45,36 a ¹	133,9 b	100
<i>Bradyrhizobium</i>	48,96 a	188,8 ab	141
<i>B. subtilis</i>	53,28 a	209,2 a	156
<i>Bradyrhizobium</i> + <i>B. subtilis</i>	50,8 a	159,6 ab	119
C.V.(%)	4,71	11,3	

¹Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade; ²Considerando 100% o valor da testemunha aos 55 DAS.

na semente de feijão-caupi, produziu 5,0 Mg ha⁻¹ de massa seca em 60 dias de cultivo. Morgado (2006) encontrou rendimento médio de massa seca de 4,5 Mg ha⁻¹ no cultivo de feijão-caupi, durante 72 dias, em 2 anos consecutivos no semiárido nordestino. Com base nesses dados, o desempenho do feijão-caupi inoculado com *B. subtilis* pode ser considerado satisfatório e mostra o potencial de uso dessa técnica para incremento na produção de adubo verde dessa cultura.

Em relação ao acúmulo de N na parte aérea, não houve diferenças significativas entre a testemunha e a estirpe de *Bradyrhizobium* sp. inoculada sozinha ou associada a *B. subtilis* (Tabela 2). Entretanto, o tratamento, apenas com o *B. subtilis*, apresentou desempenho significativo no quesito acúmulo de N na planta, quando comparado à testemunha aos 55 dias, o que foi decorrente também da maior produção de massa seca na parte aérea nesse tratamento. Os resultados encontrados indicam que a coinoculação de *B. subtilis* e *Bradyrhizobium* sp. não incrementou a produção de massa seca e o consequente acúmulo de N na planta, mas *B. subtilis* inoculado sozinho proporcionou aumento na massa de nódulos nas plantas (Figura 3), sugerindo que esse tratamento contribuiu, de alguma forma, para rizóbios nativos fixarem mais N em simbiose com o feijão-caupi. Salientando também que a inoculação de apenas uma bactéria na semente proporciona maior potencial do inóculo, ou seja, maior quantidade de bactérias é adicionada ao solo via semente.

O maior acúmulo de N na parte aérea do feijão-caupi, proporcionado pela inoculação apenas com *B. subtilis*, confirma potencial da rizobactéria para incrementar o crescimento da planta e colaborar, de alguma maneira, para fixação biológica de N por rizóbios nativos, como também já foi apresentada a produção de amônia por isolados de *Bacillus*, que pode contribuir para maior acúmulo de N nas plantas (MARQUES et al., 2010). Além disso, os valores de acúmulo de N encontrados na maioria dos tratamentos aos 55 dias, após a semeadura, são superiores aos encontrados em trabalhos com outras leguminosas tais como crotalária (136 kg de N ha⁻¹) e trevo persa (165,8 kg de N ha⁻¹), em épocas de cultivo semelhantes, com ciclos de 80 e 150 dias, respectivamente (ALCANTARA et al., 2000; SCIVITTARO et al., 2002). Ressaltando-se, também, que o tempo reduzido de cultivo do feijão (55 dias) é extremamente importante para utilização desta planta na entressafra da cultura principal.

Conclusões

- A inoculação do feijão-caupi, apenas com a estirpe de *Bradyrhizobium*, aumenta a nodulação da planta, enquanto que *Bacillus subtilis*, inoculado sozinho, contribui para maior produção de massa seca e acúmulo de N na leguminosa.
- O feijão-caupi apresenta potencial para uso como adubo verde em curto período de cultivo.

Referências

- ALCANTARA, F. A. et al. Adubação verde na recuperação da fertilidade de um latossolo vermelho-escuro degradado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, p. 227-288, 2000. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2000000200006>
- ARAÚJO, F. F. *Bacillus subtilis* no controle biológico de doenças e crescimento de plantas. In: ARAÚJO, A. S. F. et al. (Eds.). **Matéria orgânica e organismos do solo**. Teresina: EDUFPI, 2008a. p.135-148.
- ARAÚJO, F. F. Inoculação de sementes com *Bacillus subtilis*, formulado com farinha de ostras e desenvolvimento de milho, soja e algodão. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 32, p. 456-462, 2008b. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542008000200017>
- ARAÚJO, F. F.; HUNGRIA, M. Nodulação e rendimento de soja co-infectada com *Bacillus subtilis* e *Bradyrhizobium japonicum*/B. *elkanii*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 34, p. 1633-1643, 1999. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X1999000900014>
- ARAÚJO, F. F.; HENNING, A.; HUNGRIA, M. Phytohormones and antibiotics produced by *Bacillus subtilis* and their effects on seed pathogenic fungi and on soybean root development. **World Journal Microbiology and Biotechnology**, v. 21, p. 1639-1645, 2005. <http://dx.doi.org/10.1007/s11274-005-3621-x>
- ARAÚJO, A. S. F. et al. Co-inoculação rizóbio e *Bacillus subtilis* em feijão-caupi e leucena: efeito sobre a nodulação, a fixação de N₂ e o crescimento das plantas. **Ciência Rural**, v. 40, p. 182-185, 2010.

- CASTRO, M. C. et al. Adubação verde como fonte de nitrogênio para a cultura da berinjela em sistema orgânico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, p. 779-785, 2004. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2004000800008>
- EMBRAPA. Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro: Embrapa Produção de Informação, 1999. 412 p.
- FREIRE FILHO, F. R.; LIMA, J. A. A.; RIBEIRO, V. Q. **Feijão-caupi: avanços tecnológicos**. Brasília: Embrapa. Informação tecnológica, 2005. 24 p.
- GUALTER, R. M. R. et al. Inoculação e adubação mineral em feijão caupi: efeitos na nodulação, crescimento e produtividade. **Scientia Agraria**, v. 9, p. 469-474, 2008.
- GUERRA, J. G. M. et al. **Desempenho de leguminosas tropicais perenes como plantas de cobertura do solo**. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2007. 39 p. (Embrapa Agrobiologia. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, n. 20).
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas**. Piracicaba: Associação brasileira para pesquisa de potassa e do fosfato, 1997. 201 p.
- MARQUES, A. P. G. C. et al. Assessment of the plant growth promotion abilities of six bacterial isolates using *Zea mays* as indicator plant. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 42, n. 12, p. 229-235, 2010.
- 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**, v. 29, p. 1005-1010, 1997. [http://dx.doi.org/10.1016/S0038-0717\(96\)00215-5](http://dx.doi.org/10.1016/S0038-0717(96)00215-5)
- MORGADO, L. B. Estudo de densidade de plantio de sorgo e feijão caupí consorciados no semiárido brasileiro. **Revista Ciência Agronômica**, v. 37, p. 357-363, 2006.
- NASCIMENTO, C. S. et al. Nodulação e produção do caupi (*Vigna unguiculata* L. Walp) sob efeito de plantas de cobertura e inoculação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, p. 579-587, 2008. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832008000200013>
- SCIVITTARO, W. B. et al. **Potencial de utilização de leguminosas de inverno como fonte alternativa de nitrogênio para a cultura do arroz irrigado**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2002. 5 p. (Embrapa Clima Temperado. Comunicado Técnico, n. 81).
- SILVA, P. S. L. et al. Green ear yield in corn grown after cowpea incorporation. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 4, p. 215-223, 2005.
- SILVA, R. P. et al. Efetividade de estirpes selecionadas para feijão caupi em solo da região semiárida do sertão da Paraíba. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 3, p. 105-110, 2008.
- SILVA, V. N.; SILVA, L. E. S. F.; FIGUEIREDO, M. V. B. F. Co-inoculação de sementes de caupi com *Bradyrhizobium* e *Paenibacillus* e sua eficiência na absorção de cálcio, ferro e fósforo pela planta. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 36, p. 95-99, 2006.
- VAN RAIJ, B. et al. **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais**. Campinas: Instituto Agrônomo de Campinas-IAC, 2001. 284 p.
- ZILLI, J. E. et al. Symbiotic efficiency of cowpea *Bradyrhizobium* strains in cerrado soils. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, p. 811-818, 2006. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2006000500013>

Recebido: 28/07/2011
Aprovado: 09/11/2011