



Nodulação e produção de fitomassa de feijão-caupi sob co-inoculação de *Bradyrhizobium elkanii* e doses de *Trichoderma asperellum*

COSTA, Gilvan da Silva¹; COSTA, Elaine Martins da¹; ROCHA, Luis Borges¹; SILVA, Jallan Kardec Pacheco da¹; SANTOS, Jasmine Ferreira dos¹.

¹Universidade Federal do Piauí-UFPI, gilvan.silva0201@gmail.com; elaine.costa@ufpi.edu.br; luisborges.agro@hotmail.com; jallankardec@live.com; jasminef.santos@hotmail.com.

Eixo temático: Manejo de Agroecosistemas de base ecológica

Resumo: O feijão-caupi é um importante alimento por ser considerado uma fonte proteica. Essa cultura pode beneficiar-se da simbiose com rizóbios e também da associação com outros microrganismos benéficos. O objetivo desse trabalho foi avaliar o desenvolvimento de feijão-caupi BRS Cauamé sob co-inoculação com *Bradyrhizobium elkanii* e doses de *Trichoderma asperellum*. Os tratamentos foram: inoculação individual com *Bradyrhizobium elkanii*, inoculação individual com 3 doses de *Trichoderma asperellum* (1, 2 e 3 gramas do inoculante para 1 quilograma de sementes), 3 co-inoculações correspondentes as 3 doses de *T. asperellum*+*B. elkanii*, um controle sem inoculação e sem nitrogênio (N) e outro sem inoculação e com N. A co-inoculação *Bradyrhizobium elkanii* (25 gramas por quilogramas de semente) e *Trichoderma asperellum* na dose de 2 gramas por quilogramas de semente teve efeito sinérgico na altura de plantas e produção de massa seca de raiz, sendo indicada para aplicação em feijão-caupi BRS cauamé.

Palavras-chave: Simbiose; microrganismos; *Vigna unguiculata*; fixação biológica de nitrogênio.

Introdução

A *Vigna unguiculata* (L.) Walp. (feijão-caupi) é uma espécie de leguminosa que tem grande relevância socioeconômica para as regiões Norte e Nordeste do Brasil e constitui uma das principais fontes de proteína na alimentação humana. Essa cultura, assim como outras leguminosas, exige nitrogênio (N) em grandes quantidades para expressar seu potencial produtivo (COSTA et al., 2011; FARIAS et al., 2016). Porém, a produção de fertilizantes a base de N tem um custo enorme tanto financeiramente como ambientalmente, havendo uma crescente necessidade de busca por técnicas de manejo mais sustentáveis.

Uma alternativa promissora para o fornecimento de N ao feijão-caupi é a inoculação de suas sementes com bactérias fixadoras de N₂, popularmente conhecida como rizóbios, as quais podem fornecer parcial ou totalmente o N demandado pela cultura (COSTA et al., 2011; COSTA et al., 2014a; FARIAS et al., 2016), de forma econômica e sustentável. Atualmente existem 4 estirpes de rizóbios selecionadas e recomendadas para inoculação em feijão-caupi (INPA 03-11B, UFLA 03-84, BR 3262 e BR 3267), todas pertencentes ao gênero *Bradyrhizobium*. Esse gênero tem se destacado na fixação biológica de N₂ (FBN) e fornecimento de N para a maioria das leguminosas herbáceas (MOREIRA; SIQUEIRA, 2006).



Alguns rizóbios, além de realizar a FBN, podem atuar no crescimento e produção das culturas através de outros processos como solubilização de nutrientes e produção de fitohormônios (LI et al., 2008; MARRA et al. 2012). Os fungos do gênero *Trichoderma* também merecem destaque, pois estes têm capacidade de aumentar a resistência das plantas a estresses abióticos e bióticos, solubilizar nutrientes, produzir fitohormônios e elevar o crescimento e a produtividade das culturas (HARMAN et al., 2004). No entanto, a interação entre *Trichoderma* spp. e rizóbios na promoção do crescimento vegetal ainda é pouco estudada.

Com base no exposto, o objetivo deste trabalho foi avaliar o desenvolvimento da cultivar de feijão-caupi BRS cauamé sob co-inoculação com *Bradyrhizobium elkanii* e doses de *Trichoderma asperellum*.

Metodologia

O experimento foi conduzido em casa de vegetação da Universidade Federal do Piauí, Campus Professora Cinobelina Elvas, em vasos com capacidade de 1kg, usando um solo de textura média tendo período de condução de 30/11/2018 a 14/01/2019. Foram aplicados 9 tratamentos, com 4 repetições, na cultivar de feijão BRS Cauamé em delineamento em blocos casualizados.

Os tratamentos foram constituídos por: inoculação individual com *B. elkanii* (25 g do inoculante para 1kg de semente); inoculação individual com 3 doses de *T. asperellum* (correspondentes à 1, 2 e 3 g do inoculante para 1 kg de semente); 3 co-inoculações usando as 3 doses de *T. asperellum* citadas anteriormente + *B. elkanii* na dose citada acima; um controle sem inoculação e sem nitrogênio (N) mineral (SISN) e outro sem inoculação e com N mineral (CNSI). O inoculante (Quality WG) com *T. asperellum* foi um granulado dispersível contendo a estirpe SF04, com concentração de 1×10^{10} células g⁻¹. O inoculante com *B. elkanii* foi um turfoso contendo a estirpe INPA 03-11B com concentração de 1×10^7 células g⁻¹. A dose de N foi de 300 mg dm⁻³, usando nitrato de amônio como fonte.

No período de florescimento pleno, foi medida a altura das plantas (A), usando uma régua (mm), e estimado os teores de clorofila a e b, utilizando um clorofilômetro modelo clorofilog falker 1030. Posteriormente as plantas foram coletadas para avaliação das seguintes variáveis: número de nódulos (NN), massa seca de nódulos (MSN), da raiz (MSR), da parte aérea (MSPA) e total (MST). As massas foram obtidas em balança analítica com precisão de 0,000 após a secagem em estufa de circulação forçada a 65°C.

Resultados e Discussão

Os tratamentos não promoveram diferenças significativas sobre as variáveis clorofila a, clorofila b, mas influenciaram significativamente as variáveis altura, número de nódulos (NN) e massa seca de nódulos (MSN) (**Tabela 1**). O tratamento CNSI e a



co-inoculação *B. elkanii* + *T. asperellum* na dose 2 mostraram-se superiores aos demais tratamentos para a variável altura. Esse resultado indica que a melhor interação entre as estirpes de *B. elkanii* (INPA03-11B) e *T. asperellum* (SF04) ocorreu na dosagem de 2 g do inoculante (Quality WG) para 1 kg de sementes, o que resultou na maior altura de planta. Possivelmente essa dose foi a mais favorável ao estabelecimento do *T. asperellum* (SF04) como promotor do crescimento de plantas. Alguns estudos têm indicado que *Trichoderma* spp. são capazes de atuar na solubilização de nutrientes e produção de fitohormônio, dando as condições favoráveis para às plantas expressarem melhor crescimento (CARVALHO FILHO et al., 2008). O controle CNSI, o qual recebeu 300 mg N dm⁻³, deu condições às plantas para formar mais tecido vegetativo (FRANCO et al., 2008).

Tabela 1. Valores médios da altura (A), clorofila *a*, clorofila *b*, número de nódulos (NN) e massa seca de nódulos (MSN) obtidos em plantas de feijão-caupi BRS Cauamé sob co-inoculação de *Bradyrhizobium elkanii* e doses de *Trichoderma asperellum*

Tratamentos	A (cm)	Clorofila <i>a</i>	Clorofila <i>b</i>	NN	MSN(mg)
<i>B. elkanii</i>	49,97b	37,85a	20,72a	95,25a	303,75a
<i>T. asperellum</i> dose 1	49,30b	38,82a	21,69a	119,50a	232,75b
<i>T. asperellum</i> dose 2	29,55b	37,53a	20,00a	110,00a	324,00a
<i>T. asperellum</i> dose 3	34,77b	39,09a	22,29a	87,75a	223,00b
<i>B. elkanii</i> + <i>Trichoderma</i> dose1	34,92b	38,26a	20,41a	98,50a	314,50a
<i>B. elkanii</i> + <i>Trichoderma</i> dose2	68,80a	38,32a	20,06a	98,33a	314,75a
<i>B. elkanii</i> + <i>Trichoderma</i> dose3	36,87b	38,65a	21,79a	75,50a	234,00b
Sem nitrogênio sem inoculação	53,07b	38,06a	20,37a	85,50a	295,00a
Com nitrogênio sem inoculação	75,87a	38,39a	21,34a	12,50b	2,75c
CV%	33,22	3,10	9,36	28,64	18,77

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Para a variável NN todos os tratamentos que receberam inoculação com *B. elkanii*, assim como os que continham apenas *Trichoderma*, e o SISN apresentaram valores semelhantes entre si e significativamente superiores ao controle CNSI. Rumjanek et al. (2005) afirma que o feijão-caupi é capaz de nodular com diversas espécies de rizóbio. A nodulação nos tratamentos com inoculação de apenas *Trichoderma* e no SISN indica que as bactérias nativas atuam de forma eficiente na nodulação, corroborando outros estudos com feijão-caupi (XAVIER et al., 2006; COSTA et al., 2014b). Segundo Moreira e Siqueira (2006) a aplicação de N via fertilização mineral interfere na FBN em leguminosas, bem como na nodulação, pelo fato de que as plantas podem absorver o N sem precisar gastar energia na simbiose com os rizóbios. Esse fato é bem documentado para a cultura do feijão-caupi (COSTA et al., 2014b; FARIAS et al., 2016).

Para a MSN, o controle CNSI apresentou valores inferiores a todos os tratamentos, as inoculações individuais de *T. asperellum* nas doses 1 e 3 e a co-inoculação de *B. elkanii* + *T. asperellum* na dose 3 promoveram redução na MSN em relação aos demais tratamentos de inoculação ou co-inoculação e o CNSI (**Tabela 1**). Esse resultado indica a necessidade de uso da dose adequada de *T. asperellum* para



obtenção dos benefícios desse fungo, pois a dosagem inadequada pode prejudicar a nodulação ao invés de trazer benefícios.

Para as variáveis massa seca de parte aérea (MSPA) e eficiência relativa (ER) os tratamentos não diferiram significativamente (**Tabela 2**). Nem sempre são verificadas respostas positivas à inoculação, pois os rizóbios podem ser afetados por diversos fatores climáticos e edáficos (MOREIRA et al., 2010) e por características genéticas das plantas hospedeiras (COSTA et al., 2014b).

Quanto as variáveis da massa seca de raiz (MSR) e massa seca total (MST) foram verificados resultados semelhantes ao observado para altura de plantas, onde os tratamentos CNSI e a co-inoculação *B. elkanii* + *T. asperellum* na dose 2 diferiram significativamente dos demais tratamentos (**Tabela 2**). Estes possibilitaram o melhor desenvolvimento do sistema radicular refletido na MSR e na MST, considerando-se que os tratamentos não apresentaram diferença significativa para MSPA. Rodrigues et al., (2012) observaram uma interação significativa para a MSR com uso da co-inoculação de *Bradyrhizobium elkanii*+*Paenibacillus polymyxa*.

Tabela 2. Massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca de raiz (MSR), massa seca total (MST) e eficiência relativa (ER) obtidos em plantas de feijão-caupi sob co-inoculação de *Bradyrhizobium elkanii* e doses de *Trichoderma asperellum*

Tratamentos	MSPA(g)	MSR(g)	MST(g)	ER(%)
<i>B. elkanii</i>	4,877a	3,005b	7,880b	94,235a
<i>T. asperellum</i> dose 1	4,365a	2,232b	6,597b	84,432a
<i>T. asperellum</i> dose 2	4,497a	2,720b	7,217b	86,447a
<i>T. asperellum</i> dose 3	4,362a	2,020b	6,382b	83,555a
<i>B. elkanii</i> + <i>Trichoderma</i> dose1	4,465a	3,092b	7,557b	85,430a
<i>B. elkanii</i> + <i>Trichoderma</i> dose2	4,812a	6,767a	11,582a	92,725a
<i>B. elkanii</i> + <i>Trichoderma</i> dose3	4,380a	1,672b	6,055b	84,207a
Sem nitrogênio sem inoculação	4,812a	3,012b	7,827b	92,402a
Com nitrogênio sem inoculação	5,217a	5,090a	10,305a	100,00a
CV%	9,82	35,74	16,06	10,20

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Conclusões

A co-inoculação *Bradyrhizobium elkanii* (25 gramas de inoculante por quilogramas de semente) e *Trichoderma asperellum* na dose de 2 gramas de inoculante por quilogramas de semente teve efeito sinérgico na altura de plantas e produção de massa seca de raiz, sendo indicada para aplicação em feijão-caupi BRS cauamé.

Referências bibliográficas

CARVALHO FILHO et al. **Avaliação de isolados de *Trichoderma* na promoção de crescimento, produção de ácido indolacético e colonização endofítica de**



mudas de eucalipto, boletim de pesquisa e desenvolvimento. 1.ed. Brasília, Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2008, 16p.

COSTA, E. M. et al. Growth and yield of the cowpea cultivar BRS Guariba inoculated with rhizobia strains in southwest Piauí. **Ciências Agrárias**, v. 35, p. 3073-3084, 2014a.

COSTA, E. M. et al. Nodulação e produtividade de *Vigna unguiculata* (L.) Walp. por cepas de rizóbio em Bom Jesus, PI. **Revista Ciência Agrônômica**, v.42, p.1-7, 2011.

COSTA, E. M. et al. Resposta de duas cultivares de feijão-caupi à inoculação com bactérias fixadoras de nitrogênio em ambiente protegido. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.9, p. 489-494, 2014b.

FARIAS, T. P. et al. Rhizobia inoculation and liming increase cowpea productivity in Maranhão State. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 38, p. 387-395, 2016.

FRANCO, E. et al. Resposta do feijoeiro à aplicação de nitrogênio na semeadura e cobertura no sistema plantio direto. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 30, p. 427-434, 2008.

HARMAN, G. E. et al. Espécies de *Trichoderma* – simbiontes de plantas avirulentos e oportunistas. **Nature Reviews Microbiology**, v.2, p.43-56, 2004.

LI, J. H. et al. Genetic diversity and potential for promotion of plant growth detected in nodule endophytic bacteria of soybean grown in Heilongjiang province of China. **Soil Biology and Biochemistry**, v.40, p.238-246, 2008.

MARRA, L. M. et al. Biological nitrogen fixation and phosphate solubilization by bacteria isolated from tropical soils. **Plant Soil**, v.353, p.289-307, 2012.

MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O. **Microbiologia e bioquímica do solo**. 2.ed. Lavras, MG: UFLA, 2006. 729 p.

MOREIRA, F.M.S.; CARVALHO, T.S.; SIQUEIRA, J.O. Effect of fertilizers, lime, and inoculation with rhizobia and mycorrhizal fungi on the growth of four leguminous tree species in a low-fertility soil. **Biology and Fertility of Soils**, v.46, p.771-779, 2010.

RODRIGUES, A. C. et al. Resposta da co-inoculação de bactérias promotoras de crescimento de plantas e *Bradyrhizobium sp.* Em caupi. **Biosci. J.**, v. 28, p. 196-202, 2012.

RUMJANEK, N.G. et al. 2005. Fixação Biológica de Nitrogênio. In: Freire Filho, F.R.; Lima, J.A.A.; Silva, P.H.S.; Viana, F.M.P. (Eds.). **Feijão-caupi: avanços tecnológicos**. Embrapa, Brasília, Distrito Federal. p. 281-335. 2005.

Cadernos de Agroecologia – ISSN 2236-7934 - Anais do XI Congresso Brasileiro de Agroecologia, São Cristóvão, Sergipe - v. 15, no 2, 2020.



XAVIER, G. R. et al. especificidade simbiótica entre rizóbios e acessos de feijão-caupi de diferentes nacionalidades. **Caatinga**, v.19, p.25-33, 2006.