
PRODUTIVIDADE DO FEIJÃO-CAUPI SOB INOCULAÇÃO EM ÁREA ALTERADA NO ESTADO DE RORAIMA – BRASIL

CHAVES, Josimar da Silva¹
OLIVEIRA, Gabriela Almeida
RODRIGUES, Tarcísio Gomes
MAIA, Sonicley da Silva
TEIXEIRA JÚNIOR, Davair Lopes
SOUZA, Fernando Gomes de
RODRIGUEZ, Carlos Abanto

Recebido em: 2017.07.03

Aprovado em: 2018.09.06

ISSUE DOI: 10.3738/1982.2278.2814

RESUMO: O feijão-caupi (*Vigna unguiculata* L. Walp) é uma cultura importante para o Estado de Roraima, sendo predominante cultivado na agricultura familiar. Além disso, pode beneficiar-se da simbiose com bactérias fixadoras de nitrogênio. Desta forma, objetivou-se avaliar a contribuição da Fixação Biológica de Nitrogênio (FBN) promovida pela estirpe de *Bradyrhizobium* BR3262, no rendimento de grãos do feijão-caupi em área de mata alterada no Sul do Estado de Roraima. O experimento foi conduzido em campo por 90 dias, em um Latossolo Vermelho distrófico argissólico no Campus Novo Paraíso do Instituto Federal de Roraima (IFRR), no Município de Caracará - RR. Utilizou-se delineamento em blocos ao acaso com oito repetições e parcelas com 12 m² de área útil, sendo que os tratamentos foram: a) inoculação com a estirpe BR3262 (recomendada para a cultura do feijão-caupi); b) adubação nitrogenada com 30 kg ha⁻¹ de N; e, c) controle sem adubação nitrogenada e sem inoculação. Avaliaram-se o número de nódulos, massa seca de nódulos, massa seca da parte aérea, N total da parte aérea e o rendimento de grãos. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F e as médias foram contrastadas pelo teste *t* em nível de 5% de significância. Quanto à produtividade de grãos, houve diferença entre os tratamentos. A estirpe BR 3262 mostrou-se adequada ao cultivo de feijão-caupi em áreas alteradas, proporcionando um incremento de produtividade 11% superior ao tratamento com aplicação de 30 kg ha⁻¹ de N.

Palavras-chave: Amazônia. Fixação Biológica de Nitrogênio. Rizóbios.

PRODUCTIVITY OF COWPEA UNDER INOCULATION IN ALTERED AREAS IN THE STATE OF RORAIMA – BRAZIL

SUMMARY: Cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp) is an important crop for the State of Roraima, being predominantly cultivated in family agriculture. In addition, it can benefit from symbiosis with nitrogen-fixing bacteria. The objective of this study was to evaluate the contribution of the Biological Nitrogen Fixation (FBN) promoted by the *Bradyrhizobium* BR3262 strain in the yield of cowpea beans in an altered forest area in the South of the State of Roraima. The experiment was conducted in the field for 90 days in an Arszol dystrophic Red Latosol at the New Paradise Campus of the Federal Institute of Roraima (IFRR), in the Municipality of Caracará - RR. A randomized complete block design with eight replications and plots with 12 m² of useful area was used. The treatments were: a) inoculation with BR 3262 strain (recommended for cowpea); B) nitrogen fertilization with 30 kg ha⁻¹ of N; and, c) control without nitrogen fertilization and without inoculation. The number of nodules, nodule dry mass, shoot dry matter; total shoot N and yield of grains were evaluated. The data were submitted to analysis of variance by the F test and the means were checked by the *t* test at the 5% level of significance. Regarding grain yield, there was a difference between the treatments. The strain BR 3262 showed to be adequate to the cultivation of cowpea in altered areas, providing an increase of productivity 11% higher than the treatment with 30 kg ha⁻¹ of N.

Keywords: Amazon. Biological Nitrogen Fixation. Rhizobia.

¹ Instituto Federal De Ciencia E Tecnologia De Roraima - IFRR

INTRODUÇÃO

O feijão-caupi [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.] é uma importante fonte de proteína de baixo custo para a alimentação humana. Para a população das regiões Norte e Nordeste do Brasil, essa cultura tem a importância socioeconômica por gerar emprego e renda (SILVA et al., 2016), sendo cultivado em sua maioria por pequenos produtores (ALBUQUERQUE et al., 2015). Apesar de o Brasil ser o terceiro maior produtor mundial de feijão-caupi, cerca de 157,7 mil toneladas, com uma área cultivada de 412 mil hectares (IBGE, 2015); tem sido observado déficit de oferta do produto da ordem de 60 mil toneladas apenas na região Norte, mostrando haver possibilidade para aumento da produção (LOCATELLI et al., 2016).

Estima-se uma área plantada de 150 mil hectares na região Amazônica, com a cultura do feijão-caupi (IBGE, 2015). Pesquisas têm mostrado resultados positivos para o aumento da produtividade de grãos com a inoculação de bactérias fixadoras de nitrogênio do gênero *Bradyrhizobium* nas sementes (SILVA JÚNIOR et al., 2014). No Estado de Roraima, estimativas mostraram que são plantados anualmente cerca de 1500 hectares com feijão-caupi, sendo a produtividade de grãos em torno de 667 kg ha⁻¹ (IBGE, 2015), e uma alta porcentagem é cultivado exclusivamente por pequenos produtores, visando à alimentação familiar, sendo as áreas plantadas, na maioria das vezes, são inferiores a um hectare (SANTOS et al., 2014).

Como forma de elevar a produtividade desta cultura por hectare, baixar os custos de produção e elevar a renda do produtor rural, há a possibilidade da fixação biológica de nitrogênio (FBN) com a inoculação das sementes com estirpes eficientes de bactéria do grupo rizóbio. Em experimentos conduzidos em campo, em área de savana, foi demonstrado que a inoculação de estirpe bacteriana eficiente foi capaz de substituir a adubação nitrogenada de até 80 kg ha⁻¹, na forma de ureia, e aumentar o rendimento de grãos do feijão-caupi em mais de 30% (SILVA et al., 2016). Entretanto, diferente da cultura da soja, o processo de FBN ainda é pouco explorado para o feijão-caupi pelos produtores na região Norte do Brasil, sendo que entre as principais razões estão o fato de a cultura ser conduzida com baixo aporte tecnológico e a falta de conhecimento sobre o efeito no aumento da produtividade (ZILLI et al., 2010).

O N é um dos nutrientes mais limitantes à produção de cereais nas regiões de clima tropical, e sua fixação biológica (FBN) é importante para a produção e sustentabilidade dos sistemas agrícolas (CHAGAS JÚNIOR; OLIVEIRA; NASCIMENTO DE OLIVEIRA, 2015). Um dos exemplos mais bem-sucedidos de FBN é o caso da soja no Brasil, onde a utilização de inoculantes com *Bradyrhizobium* proporcionou uma economia anual de US\$ 7 bilhões, em fertilizantes nitrogenados. No entanto, sabe-se que é importante manter e buscar alternativas para aumentar a produtividade das lavouras dos agricultores familiares, em que a prática de adubação nitrogenada não é adotada (SILVA JÚNIOR et al., 2014).

Em termos de quantidade de N₂ fixada, existem dados que indicaram contribuições superiores a 100 kg ha⁻¹, embora esses valores sejam variáveis, especialmente em avaliações de campo (ZILLI et al., 2010). O feijão-caupi é reconhecidamente capaz de nodular com diversas espécies de bactérias do grupo rizóbio, principalmente dos gêneros *Bradyrhizobium*, *Rhizobium* e *Sinorhizobium* (COSTA et al., 2014a). Esta característica, apesar de representar uma vantagem ecológica para a adaptação deste vegetal, é um fator limitante ao uso de inoculantes rizobianos em sistemas agrícolas (SILVA JÚNIOR et al., 2014). Desta forma, apesar de ser uma das leguminosas com maior capacidade em fixar nitrogênio atmosférico, a ocorrência de nodulação espontânea e, principalmente, a falta de resultados positivos em condições de campo, faz com que a prática de inoculação ainda não seja uma realidade para esta cultura no Brasil.

Desta forma, objetivou-se com este trabalho, avaliar a contribuição da FBN promovida por estirpe de *Bradyrhizobium* (BR3262) no rendimento de grãos do feijão-caupi em área alterada no Sul do Estado de Roraima.

MATERIAL E MÉTODO

O experimento foi conduzido na área experimental do Instituto de Ciência e Tecnologia de Roraima - IFRR, Campus Novo Paraíso, localizado no município de Caracará, Vila Novo Paraíso, nas coordenadas geográficas N 01°14'51,6" e W 60°28'20,4", altitude de 105 m, clima do tipo tropical sazonal – Aw, na classificação de Köppen. O solo da área é classificado como Latossolo Vermelho distrófico argissólico (EMBRAPA, 2013). A área foi desmatada em abril de 2014, ficando em posio durante dois anos, sendo o experimento implantado no ano 2016. Na Tabela 1, constam os resultados da análise química e física do solo antes da implantação do experimento, de acordo com os métodos descritos em Embrapa (1997).

Tabela 1. Atributos químicos e físicos do solo da área de cultivo (0-0,20 m).

pH	P	K	Ca	Mg	Al	CTC	V	MOS	Areia	Silte	Argila
H ₂ O	...mg dm ⁻³ cmol _c dm ⁻³%.....	 g kg ⁻¹		
5,0	5,02	0,04	0,39	0,12	0,24	16,39	23	0,49	743	148	109

Fonte: Laboratório de Análise de Solo e Plantas – EMBRAPA – RR

No momento do plantio do feijão-caupi a adubação consistiu-se de 80 kg ha⁻¹ de P₂O₅ na forma de superfosfato simples, 50 kg ha⁻¹ de K₂O na forma de cloreto de potássio e 30 kg ha⁻¹ de FTE BR-12 em toda a área experimental.

O experimento foi instalado de acordo com as recomendações da RELARE (Rede de laboratórios para recomendação, padronização e difusão de tecnologia de inoculantes microbianos de interesse agrícola). Utilizou-se o delineamento em blocos casualizados, sendo oito repetições e 12 m² de área útil por parcela (5 x 4 m). A variedade utilizada no experimento foi a cv. BRS Guariba. A semeadura consistiu na distribuição manual das sementes no espaçamento de 0,5 m entre linhas, utilizando-se 8 a 10 sementes por metro linear. Os tratamentos foram: a) inoculação com a estirpe de *Bradyrhizobium* BR3262 (recomendadas para a cultura do feijão-caupi); b) adubação nitrogenada com 30 kg ha⁻¹ de N na forma de ureia (50% no plantio e 50% aos 25 dias após a emergência das plantas - DAE) e, c) controle (sem adubação nitrogenada e sem inoculação).

A dose de N utilizada neste trabalho foi definida com base nas recomendações para outras regiões produtoras de feijão-caupi, especialmente do Nordeste brasileiro (COSTA et al., 2014b). O inoculante comercial para feijão-caupi, BR3262, em veículo turfoso e concentração mínima de rizóbio na ordem de 10⁹ células g⁻¹ de inoculante, sua inoculação nas sementes foi na proporção de 250 g do inoculante para 50 kg de sementes umedecidas com 200 mL de água açucarada a 10%, equivalendo à cerca de 1,2 milhão de células bacterianas por semente de feijão-caupi.

As variáveis avaliadas foram o número de nódulos (NN), massa seca de nódulos (MSN), massa seca da parte aérea (MSPA), N total da parte aérea (Nt) e o rendimento de grãos (kg.ha⁻¹) na colheita a 13% de umidade. A amostragem para avaliação do NN, MSN e MSPA foi realizada 35 dias após a emergência das plantas, com a coleta de dez plantas na segunda linha de plantio em cada parcela. Os

nódulos obtidos, após lavagem, e a parte aérea das plantas foram acondicionados em saco de papel e levados a estufa a 65 °C por 72h. Após decorrido o tempo de secagem, os nódulos foram contados e pesados para determinar o NN e MSN, e a parte aérea das plantas pesada para a determinação da MSPA.

Para o nitrogênio total (Nt) parte aérea das plantas foram trituradas em moinho tipo Willer e determinação de acordo com o método Kjeldahl (1983). Para a avaliação do rendimento de grãos, foi realizada colheita manual das vargens das plantas da área útil de cada parcela, descartando-se 1m de bordaduras. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F e as médias foram contrastadas pelo teste *t* ao nível de 5% de significância através do programa estatístico Sisvar (FERREIRA, 2014).

RESULTADO E DISCUSSÃO

Nos tratamentos que não receberam inoculação (controle sem inoculação e sem nitrogênio, e nitrogenado), apresentaram considerável nodulação (NN) em consequência da alta população de bactérias nodulantes estabelecida no solo (Tabela 2), porém o tratamento com a estirpe BR 3262 foi significativamente superior apresentando um valor médio de 42,3 nódulos planta⁻¹. Quanto à massa seca de nódulos (MSN), houve diferença entre os tratamentos, sendo que o estirpe BR 3262 proporcionou massa de nódulos superior à do controle e ao tratamento com nitrogênio, com 351,5 mg planta⁻¹. Estes resultados são semelhantes aos obtidos por Silva Júnior et al. (2014), avaliando a resposta da cultura a diferentes densidades de células rizobianas, em condições de campo.

O fato de o controle ter apresentado nodulação expressiva no campo (Tabela 2) é uma indicação da alta capacidade dos rizóbios estabelecidos no solo nodularem as plantas de feijão-caupi, como é frequentemente observado. Entretanto, a tendência de menor nodulação obtida no tratamento com N em relação ao controle mostra que esse nutriente aplicado no plantio restringiu a nodulação espontânea, fato também observado em outros trabalhos (ZILLI et al., 2010; SABOYA et al., 2013; SILVA et al., 2016). Quanto à massa de matéria seca e N total na parte aérea, o tratamento com N apresentou valores superiores aos demais tratamentos (Tabela 2).

O rendimento de grãos diferiu entre os tratamentos (Tabela 2). A estirpe BR3262 proporcionou 2112 kg ha⁻¹, sendo que, em termos absolutos, houve uma produtividade de 11% superior em relação ao tratamento com 30 kg ha⁻¹ de N. Este incremento de produtividade com o uso da inoculação em caupi também foi observado por Silva Júnior et al. (2014) em áreas de savana. A estirpe BR 3262 e o tratamento nitrogenado foram superiores ao tratamento controle, resultados muito semelhantes aos encontrados por Silva et al. (2016). Na média geral, verificou-se rendimento de grãos de feijão-caupi acima de 1790 kg ha⁻¹ para os tratamentos com adubação nitrogenada e o inoculado com a estirpe BR 3262, sendo as médias obtidas nesses tratamentos superiores ao controle (Tabela 2). É preciso considerar o potencial genético da planta, bem como a sua adaptabilidade às condições edafoclimáticas locais, que influenciaram na produtividade de grãos.

Tabela 2. Número de nódulos (NN), Massa seca de nódulos (MSN), Massa seca da parte aérea (MSPA), nitrogênio total (Nt) acumulado na parte aérea e rendimento de grãos (kg ha⁻¹) de plantas de feijão-caupi (cv. Guariba) com inoculação da estirpe BR 3262, em área alterada no Estado de Roraima - Brasil.

Tratamento	NN (nódulo planta ⁻¹)	MSN (mg planta ⁻¹)	MSPA (g planta ⁻¹)	Nt (mg planta ⁻¹)	Rendimento de grãos (kg ha ⁻¹)
Estirpe BR 3262	42,3 a	351,5 a	6,1 b	221,7 b	2.112 a
Adubação nitrogenada	13,4 c	82,5 c	8,2 a	245,4 a	1.900 ab
Controle	21,4 b	186,5 b	6,0 b	128, 0 c	1300 b
CV (%)	19,8	22,4	10,2	15,3	15,8

Fonte: Elaborada pelos autores com base nos resultados obtidos. *Médias seguidas de mesmas letras, para uma mesma variável, não diferem entre si pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade.

Os resultados obtidos no experimento demonstraram que mesmo no tratamento controle as plantas do feijão-caupi nodularam consideravelmente (Tabela 2), demonstrando capacidade da população de rizóbio estabelecida no solo formar nódulos nesta espécie (COSTA et al., 2014a; SABOYA et al., 2013; SILVA et al, 2016). Na média dos tratamentos, o tratamento nitrogenado proporcionou rendimento de grão superior ao controle (Tabela 2), mostrando a necessidade de suprimento de nitrogênio para maximizar o potencial produtivo da cultura de feijão-caupi. Entretanto, em comparação com a média nacional da cultura do feijão-caupi que é inferior a 500 kg ha⁻¹ (SILVA et al., 2016), a produtividade do tratamento controle foi elevada – cerca de 1300 kg ha⁻¹. Isto demonstra, especialmente nas áreas de matas, a contribuição da população de rizóbio estabelecida no solo para o rendimento de grãos, isto porque o teor de matéria orgânica do solo muito baixo (Tabela 1), não fornecendo o N em quantidade necessária ao desenvolvimento da cultura.

Os resultados obtidos indicam que a estirpe BR 3262, proporcionou rendimento de grãos da cultura do feijão-caupi semelhantemente a dose de 30 kg ha⁻¹ de N dividido em duas aplicações.

CONCLUSÃO

A estirpe BR3262 mostrou-se adequada para a inoculação de sementes de feijão-caupi em áreas alteradas na região Sul de Roraima;

A inoculação com a estirpe BR 3262 proporcionou um incremento de produtividade de 11% superior à aplicação de 30 kg ha⁻¹.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, J.A.A.et al. Cultivation of cassava and Cowpea in intercropping systems held in Roraima`s savannah, Brazil. **Revista Ciência Agrárias**, v.46, n.2.p.388-395. 2015.

COSTA, E.M.et al. Crescimento e produtividade de feijão-caupi cultivar BRS Guariba inoculado com estirpes de rizóbio no sudoeste do Piauí. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.35, n.6, p. 3073-3084, 2014a.

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, n.4, p. 489-494, 2014b.

CHAGAS JUNIOR, A. F.; OLIVEIRA, L. A.; NASCIMENTO DE OLIVEIRA, A. Caracterização fenotípica de rizóbios nativos isolados de solos da Amazônia e eficiência simbiótica em feijão-caupi. **Acta Scientiarum Agronomy**. Maringá v.32, n.1, p. 161-169. 2015.

EMBRAPA- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Manual de Métodos de Análise de Solos**. 2 ed. Rio de Janeiro – RJ: Centro Nacional de Pesquisa de Solos - CNPS, 212p. 1997.

EMBRAPA- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3 ed. Brasília – DF: Embrapa - SPI, 353p. 2013.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciência agrotecnica**. [online] v.38, n.2, p. 109-112, 2011.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – 2015. **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola**. Janeiro, 2015.

LOCATELLI, V. E. R.et al. Desenvolvimento vegetativo de cultivares de feijão-caupi sob lâminas de irrigação no cerrado Roraimense. **Irriga**. Botucatu, Edição Especial, Grandes Culturas, p.28-39. 2016.

KJELDAHL, J. A. New method for the estimation of nitrogen in organic compounds. **Journal of Analytical Chemistry**, v.22, p. 366, 1983.

SABOYA, R.C.C.et al.. Response of cowpea to inoculation with nitrogen-fixing strains in Gurupi-Tocantins State. **Journal of Biotechnology and Biodiversity**, v.4, n.1, p. 40-48, 2013.

SANTOS, K. C. DOS et al. Inoculação com *Bradyrhizobium* e adubação nitrogenada em feijão-caupi cultivado em diferentes solos. **Revista Agro@mbiente**. v.8, n.3, p. 306-317, 2014.

SILVA, G. C.et al. Rendimento de grãos secos e componentes de produção de genótipos de feijão-caupi em cultivo irrigado e de sequeiro. **Revista Agro@mbiente On-line**, v. 10, n. 4, p. 342-350, 2016.

SILVA JÚNIOR, E. B.et al. Nodulação e produção de feijão-caupi em resposta à inoculação com diferentes densidades rizobianas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v.49, n.10, p. 804-812, 2014.

ZILLI, J. E.et al. Hungria, M. Inoculação da soja com *Bradyrhizobium* no sulco de semeadura alternativamente à inoculação de sementes. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.34, n.6, p. 1875-1881, 2010.