



Doses de fósforo e fungos micorrízicos arbusculares no crescimento e produção do feijão-caupi em Roraima

Elizângela da Conceição Cruz¹, André Calixto Sobreira², Danieli Lazarini de Barros³
& Plínio Henrique Oliveira Gomide^{2*}

1. Universidade Estadual de Roraima (UERR). *Campus* Boa Vista, Mestranda do Programa de Pós-Graduação Mestrado em Agroecologia. . Rua Sete de Setembro 231, Canarinho CEP 69306-530C, Boa Vista, Roraima, Brasil.

2. Universidade Estadual de Roraima (UERR). Rua Sete de Setembro 231, Canarinho CEP 69306-530C, Boa Vista, Roraima, Brasil.

3. Instituto Federal de Roraima (IFRR). Rodovia BR 174, Km 500, Caracaraí, Roraima, Brasil.

* E-mail para correspondência: pliniogomide@gmail.com

Recebido em: 20 de março de 2017. Aceito em: 26 de junho de 2017. Publicado PDF em: 28 de julho de 2017

RESUMO

Doses de fósforo e fungos micorrízicos arbusculares no crescimento e produção do feijão-caupi em Roraima. O feijão caupi é uma leguminosa cultivada por pequenos produtores, representando importante fonte de renda e ocupação no meio rural de Roraima. O objetivo do estudo foi avaliar o efeito da inoculação dos fungos micorrízicos arbusculares (FMAs) na cultura do feijão caupi em diferentes doses de fósforo. O experimento foi conduzido em casa de vegetação, em vasos, contendo, como substrato, Plintossolo Háplico distrófico. O experimento foi conduzido em esquema fatorial 3 x 5 (*Glomus clarum*, *Scutellospora heterogama* e sem inoculação) e cinco doses de P (0, 50, 100, 200, e 400 mg.dm⁻³) com uso do delineamento inteiramente casualizado (DIC), com seis repetições, sendo uma planta por vaso, o que totalizou 90 parcelas experimentais. Das 6 repetições, três foram conduzidas até estágio de florescimento e as outras três até a produção. As avaliações do experimento ocorreram em 86 dias após sua instalação. Foram analisados no estágio do florescimento a altura, número de folhas, matéria fresca da parte aérea, matéria seca da parte aérea, matéria seca de raiz, número de nódulos e matéria seca de nódulos e na produção o número de vagens.planta⁻¹ e número de grãos.planta⁻¹. Os tratamentos com *Scutellospora heterogama* e *Glomus clarum* apresentou os maiores valores para todas as variáveis analisadas comparados ao tratamento sem inoculação. O feijão-caupi foi responsivo à aplicação de fosfato e inoculação de FMAs o que possibilita a redução da dose de fosfato utilizado pelo agricultor.

PALAVRAS CHAVE: Micorrizas arbusculares; segurança alimentar; nutrição mineral.

ABSTRACT

Doses of phosphorus and arbuscular mycorrhizal fungi on the growth and production of cowpea in Roraima. Cowpea beans are a legume grown by small producers, representing an important source of income and occupation in rural Roraima. The objective of this study was to evaluate the effect of the inoculation of arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) on cowpea in different doses of phosphorus. The experiment was conducted in a greenhouse, in pots, containing, as substrate, Haplottic Plinthsol. The experiment was conducted in a 3 x 5 factorial scheme (*Glomus clarum*, *Scutellospora heterogama* and without inoculation) and five doses of P (0, 50, 100, 200, and 400 mg.dm⁻³) using a completely randomized design, with six replicates, one plant per pot, which totaled 90 experimental plots. Of the six replicates, three were conducted until flowering stage and the other three until production. Experiment evaluations occurred within 86 days after installation. Leaf height, leaf fresh matter, shoot dry matter, root dry matter, number of nodules and dry matter of nodules were analyzed at the stage of flowering, and the number of pods was determined at the stage of flowering.plant⁻¹ and number of grains.plant⁻¹. The treatments with *Scutellospora heterogama* and *Glomus clarum* presented the highest values for all analyzed variables compared to treatment without inoculation. The cowpea was responsive to the application of phosphate and inoculation of AMFs, which allows the reduction of the dose of phosphate used by the farmer.

KEY WORDS: Arbuscular mycorrhizae; food security; mineral nutrition.

INTRODUÇÃO

O feijão-caupi (*Vigna unguiculata* L.) constitui-se em um dos principais componentes da dieta alimentar nas regiões Nordeste e Norte do Brasil, especialmente na zona rural, onde representa um destaque na economia. Atualmente está sendo cultivado, também, em extensas áreas da região Centro-Oeste, principalmente nos estados do Mato Grosso e Mato Grosso do Sul, além de alguns cultivos em menor escala nas regiões Sul e Sudeste (EMBRAPA 2008).

É uma planta extremamente rústica, tolerante a altas temperaturas, à seca, à baixa fertilidade do solo e possui a capacidade de se associar com bactérias fixadoras de nitrogênio (BFN), recebendo maior parte do nitrogênio para seu completo desenvolvimento através da fixação biológica de N (FBN), (Moreira & Siqueira 2006).

O feijão-caupi possui produtividade média de 300 a 400 kg ha⁻¹ (Almeida *et al.* 2010, Freire filho *et al.*, 2011) e essa baixa produtividade deve-se ao manejo inadequado, aliado a má escolha do local de plantio, caracterizado por solos marginais de baixa fertilidade, cultivados quase em sua totalidade por pequenos produtores como cultura de subsistência, com baixo nível tecnológico.

Segundo Veloso *et al.* (2013), a deficiência de fósforo (P) é a principal limitação da fertilidade do solo para o cultivo do feijão-caupi na região amazônica. Os solos brasileiros possuem baixos teores de fósforo além de alta capacidade de fixação deste nutriente. Desse modo, uma alternativa que vem sendo estudada com êxito em algumas culturas para melhoria da nutrição fosfatada é o manejo de populações de fungos micorrízicos arbusculares (FMAs). Estes fungos possuem a capacidade de incrementar a absorção de nutrientes, em especial de P, e a tolerância das plantas a diversos tipos de estresses, influenciando seu crescimento e reprodução (Moreira & Siqueira 2006; Jeffries *et al.* 2003).

O uso de microrganismos com a finalidade de melhorar a disponibilidade de nutrientes às plantas é uma prática de grande importância e muito necessária para a agricultura. Entre os sistemas biológicos envolvendo planta e microrganismos, temos as simbioses leguminosas-BFN, de maior expressão econômica, e leguminosas - fungos micorrízicos arbusculares (FMAs) que também

é considerada importante para o processo de nodulação. Segundo Siqueira (1983) e Tavares (2016), a dupla inoculação é capaz de reduzir os custos com fertilizantes nitrogenados e fosfatados, além de conferir às plantas maior capacidade de absorção de nutrientes, induzindo ao aumento de produtividade.

A literatura que trata dos efeitos da associação de FMAs com plantas de feijão-caupi é bem restrita, mas, alguns estudos já realizados têm mostrado certo grau de dependência micorrízica desta planta, bem como os efeitos positivos que esta simbiose pode proporcionar às plantas de feijão-caupi (Almeida *et al.* 1985; Rohyadi *et al.* 2004).

Taffouo *et al.* (2014), realizaram experimento em condições controladas, observaram que a inoculação do FMA (*Funneliformis mosseae*) no crescimento do feijão de corda adubado com três níveis de fósforo (P) influenciou positivamente nos parâmetros de crescimento e na absorção de P nas plantas de feijão, indicando efeito satisfatório da inoculação em promover o desenvolvimento da espécie vegetal. Silva *et al.* (2009), no estado do Amazonas, avaliando a eficiência de FMAs isolados de diferentes sistemas de uso, verificaram que todos os cinquenta e um fungos avaliados colonizaram o feijão-caupi, porém de modo muito diferenciado, tal como ocorreu para os efeitos destes na absorção de fósforo e crescimento da planta.

Raposo (1989), estudando o efeito da inoculação de FMAs em duas cultivares de feijão-caupi, concluiu que houve relativa especificidade para as culturas estudadas em relação ao fungo micorrízico, sendo *Acaulospora morrowae* e *Glomus etunicatum* as mais indicadas para as cultivares avaliadas. Islan & Ayanaba (1981) obtiveram aumento na porcentagem de raízes infectadas e peso da parte aérea em plantas de feijão-caupi inoculadas com *Glomus mosseae*. Em solos com baixo nível de P e elevada acidez, Howeler *et al.* (1987) demonstraram que o feijão-caupi é extremamente dependente de fungo micorrízico. Oliveira & Bonetti (1983) constataram relativa especificidade entre o feijão-caupi e a espécie de fungo utilizada, tendo o gênero *Acaulospora* sido o que mais beneficiou o peso e o número de nódulos.

Uma vez que existem poucos trabalhos relacionados ao estudo de fungos micorrízicos e seus consequentes benefícios na nutrição

mineral de feijão-caupi, o estudo dessa simbiose poderá fornecer informações relevantes referentes ao desenvolvimento desta espécie vegetal.

Espera-se que os FMAs utilizados propiciam melhores respostas em baixas doses de P, e que com a aplicação de fosfato e a inoculação, as plantas tenham um bom desenvolvimento. Neste sentido, o objetivo do trabalho foi avaliar o efeito da inoculação de fungos micorrízicos arbusculares, associado a diferentes doses de fósforo no solo, sobre o crescimento e nutrição mineral do feijão-caupi (*Vigna unguiculata*).

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado em casa de vegetação da Universidade Estadual de Roraima – UERR, *Campus* Rorainópolis, localizada entre as coordenadas geográficas 0° 56' 44" Norte Longitude: 60° 25' 6" Oeste. O clima da região, de acordo com a classificação de Koppen, é Am (tropical chuvoso), com pequeno período de seca, precipitação média variando entre 1.700 – 2.000 mm (Barbosa 1997) e temperatura média anual em torno de 27°C.

O experimento foi conduzido em esquema fatorial (3x5) em delineamento inteiramente casualizado (DIC), com seis repetições, onde foram analisados duas espécies de FMAs (*Glomus clarum* e *Scutellospora heterogama*) previamente escolhidos em função da responsividade em feijão-caupi e outras culturas (Pouyú-Rojas *et al.* 2006; Siqueira, 2003; Silva *et al.*, 2009) além de um tratamento controle sem inoculação, e 5 doses de P₂O₅ (0, 50, 100, 200, 400 mg dm⁻³), perfazendo um total de 90 parcelas experimentais. Das seis repetições, três foram conduzidas até estágio de florescimento e as outras três até a produção.

As doses de P foram obtidas por meio da aplicação de superfosfato triplo (41% de P₂O₅), sendo o solo incubado por um período de 10 dias. Para as doses de 50, 100, 200 e 400 mg dm⁻³ de P₂O₅ foram utilizadas 0,75; 1,49; 2,99 e 5,97 g de superfosfato triplo respectivamente. Após este período, foi realizado o transplante das sementes pré-germinadas, 4 sementes por vaso, e a inoculação das mesmas foi por meio da aplicação de solo inóculo contendo 250 esporos viáveis de cada espécie fúngica por vaso. No momento da semeadura foi inoculada em todos os vasos a estirpe de rizóbio

recomendada para o feijão-caupi (BR 3262), adicionando-se para cada estirpe 1 mL de meio de cultura por semente. Estas foram crescidas em meio líquido YMA sob agitação por um período de três dias.

Para instalação do experimento, foram utilizados vasos plásticos com capacidade para 4 dm³ e completados com um Plintossolo Háplico (FXd) coletado próximo a Universidade Estadual de Roraima (UERR), campus de Rorainópolis, o qual possui baixa fertilidade natural, segundo características químicas: pH(Água)= 4,6; P= 3 mg.dm⁻³ (Mehlich I); K= 50 mg.dm⁻³; Ca= 0,40 cmol_c dm⁻³; Mg= 0,20 cmol_c dm⁻³; Al= 0,40 cmol_c dm⁻³; H+Al= 4,20 cmol_c dm⁻³; SB= 6,5 cmol_c dm⁻³; T= 4,85 cmol_c dm⁻³; V= 13% e MO= 2,2 dag kg⁻¹.

O solo foi autoclavado e mantido em repouso por um período de 15 dias. Foram utilizados como fonte de inóculo isolados de FMAs procedentes do Departamento de Ciência do Solo da Universidade Federal de Lavras (UFLA), sendo estes coletados através do método de peneiramento úmido (Gerdeman & Nicolson 1963), seguido de centrifugação com água e solução de sacarose (500g/L). Estes foram extraídos, purificados e separados mediante contagem em lupa com aumento de 40X, para posterior inoculação (Gerdeman & Nicolson 1963).

Para obtenção do solo inóculo, que é um solo contendo fragmentos de raízes colonizadas, micélio fúngico e esporos, foi realizada com antecedência a multiplicação destes propágulos em vasos com uma mistura de solo mais areia autoclavados e cultivados com capim brizantão (*Urochloa brizantha*) para estabelecimento da simbiose e multiplicação dos esporos. A inoculação foi realizada via solo inóculo, no momento da semeadura do feijão-caupi, sendo este homogeneizado aos três primeiros centímetros de profundidade do substrato de plantio.

As sementes de feijão-caupi foram desinfetadas superficialmente com álcool 98,2° por 30 segundos e hipoclorito de sódio a 2% por dois minutos. Em seguida, foram lavadas seis vezes com água para retirada de resíduos de hipoclorito de sódio, imersas em água por duas horas e, posteriormente, colocadas em copos descartáveis com algodão e com água, para iniciar o processo de germinação.

Foram analisados no estágio do florescimento a altura (AP), número de folhas

(NF), matéria fresca da parte aérea (MFPA), matéria seca da parte aérea (MSPA), matéria seca de raiz (MSR), matéria seca total (MST), número de nódulos (NN) e matéria seca de nódulos (MSN) de plantas e feijão-caupi de modo a verificar os efeitos dos tratamentos.

As raízes foram lavadas e avaliadas quanto à nodulação (número de nódulos - NN) onde cada nódulo foi quantificado manualmente. Logo após a pesagem em balança de precisão para obtenção do peso da matéria fresca da parte aérea e também dos nódulos e raízes, os materiais (raízes, nódulos e parte aérea da planta) foram colocadas para secar em estufa com circulação forçada de ar a 60° C até atingirem peso constante, em um período de 72 horas. Em seguida, foram pesadas, obtendo-se a produção de matéria seca da parte aérea (MSPA), matéria seca de raízes (MSR) e matéria seca de nódulos (MSN).

Os dados foram submetidos à análise de variância e teste de médias (Tukey, $p < 0,05$), usando o programa estatístico SISVAR. Em relação às variáveis de produção, foram analisados número de vagens planta⁻¹ e número de grãosplanta⁻¹. A contagem dos grãos e das vagens foi realizada manualmente. Os dados foram submetidos à análise de regressão, usando o programa estatístico SISVAR (Ferreira 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve interação dos fatores estudados (inoculação x dose), apenas diferença significativa em função dos tratamentos de inoculação, onde o tratamento com *Scutellospora heterogama* apresentou os maiores valores para todas as variáveis analisadas (Tabela 1).

O tratamento com *Scutellospora heterogama* mostrou-se mais efetivo na altura das plantas de feijão-caupi, proporcionando incremento na altura de 12 e 32% em relação aos tratamentos de inoculação com *Glomus clarum* e sem inoculação, respectivamente. No tratamento com *Glomus clarum* verificou-se um incremento na altura em relação ao tratamento sem inoculação de 23%. Verificou-se que os tratamentos de inoculação com FMAs proporcionaram maior incremento de altura em relação ao tratamento sem inoculação.

A altura das plantas de caupi, o número de folhas dos tratamentos com inoculação foi

superior ao tratamento sem inoculação. Para as variáveis MFPA e MSPA o tratamento com *Scutellospora heterogama* mostrou-se mais eficiente no incremento de matéria fresca e seca da parte aérea, com incrementos de 50 e 48% em relação ao tratamento sem inoculação, respectivamente. O tratamento com *Scutellospora heterogama* foi superior aos demais tratamentos para a variável matéria seca total (MST) apresentando acréscimo de 36 e 38% em relação aos tratamentos com *Glomus clarum* e sem inoculação, respectivamente. A variável matéria seca de raiz (MSR) não apresentou diferença significativa entre os tratamentos.

Hippler *et al.* (2011), avaliando fungos micorrízicos arbusculares e doses de P no desenvolvimento do amendoim verificaram incrementos no desenvolvimento do amendoim bem como elevadas produção de matéria seca total quanto inoculado com FMA nativos, corroborando com os resultados deste estudo.

Taffouo *et al.* (2014), em condições controladas, avaliaram a inoculação do FMA (*Funneliformis mosseae*) no crescimento do feijão de corda adubado com três níveis de fósforo (P). Os autores observaram que o tratamento com nível intermediário de P com inoculação micorrízica influenciou positivamente nos parâmetros de crescimento e na absorção de P nas plantas de feijão, indicando efeito satisfatório da inoculação em promover o desenvolvimento da espécie vegetal, corroborando com os resultados do nosso estudo, onde os tratamentos com inoculação (*Glomus clarum* e *Scutellospora heterogama*) influenciaram significativamente nos parâmetros de crescimento do feijão caupi (Tabela 1).

Quanto à nodulação, o tratamento com *Scutellospora heterogama* apresentou valores superiores aos demais tratamentos, com média de 48 nódulos por planta e matéria seca de nódulos de 148 mg. O tratamento de inoculação com *Glomus clarum*, apesar de apresentar resultados inferiores de número de nódulos (NN) em relação ao tratamento sem inoculação, apresentou resultados superiores de MSN em relação ao mesmo tratamento, mostrando incremento na massa seca dos nódulos encontrados nas plantas. Estes resultados corroboram com os encontrados por Silva *et al.* (2009), ao avaliarem a eficiência de 51 espécies fúngicas em feijão-caupi.

Estudos realizados no Laboratório de

Tabela 1. Valores médios de altura (AP), número de folhas (NF), matéria fresca da parte aérea (MFPA), matéria seca da parte aérea (MSPA), matéria seca de raiz (MSR), matéria seca total (MST), número de nódulos (NN) e matéria seca de nódulos (MSN) em função dos tratamentos.

TI	AP (cm)	NF /vaso	MFPA (g/vaso).....	MSPA	MSR	MST	NN /vaso	MSN (mg)
SI	15,62 c	6,6 b	3,39 b	1,41 b	0,96 a	2,38 b	30,53 ab	22 b
GC	20,32 b	10,06 a	3,98 b	1,61 b	0,81 a	2,42 b	18,60 b	44 b
SH	23,13 a	10,80 a	6,83 a	2,70 a	1,08 a	3,78 a	48,13 a	148 a
CV	14,43	17,15	43,37	37,80	35,04	29,23	62,60	113,87

Tratamentos de Inoculação (TI); Sem Inoculação (SI), *Glomus clarum* (GC), *Scutellospora heterogama* (SH); coeficiente de variação (CV). Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Microbiologia e Bioquímica do Solo da UFLA com os isolados *Scutellospora heterogama* e *Glomus clarum* demonstraram alta competitividade e agressividade em colonizar diversos hospedeiros (Silva 2009; Pouyú-Rojas *et al.* 2006; Junior *et al.* 2010) proporcionando maiores incrementos na produção de MSPA.

Os resultados de produção, número de vagens por planta e número de grãos por planta, diferiram estatisticamente entre os tratamentos de inoculação (Figura 1).

Os tratamentos com inoculação, *Glomus*

clarum e *Scutellospora heterogama* mostraram mais efetivos na produção de vagens por planta. O tratamento com *Glomus clarum* nas doses de 0, 100 e 200 mg dm⁻³ de P proporcionou incremento de 88, 28 e 9,6% e o tratamento com *Scutellospora heterogama* um incremento de 73, 8,5 e 4,4% no número de vagens por planta.

No tratamento com *Scutellospora heterogama* verificou-se um incremento no número de vagens por planta em relação ao tratamento sem inoculação, sendo observado na

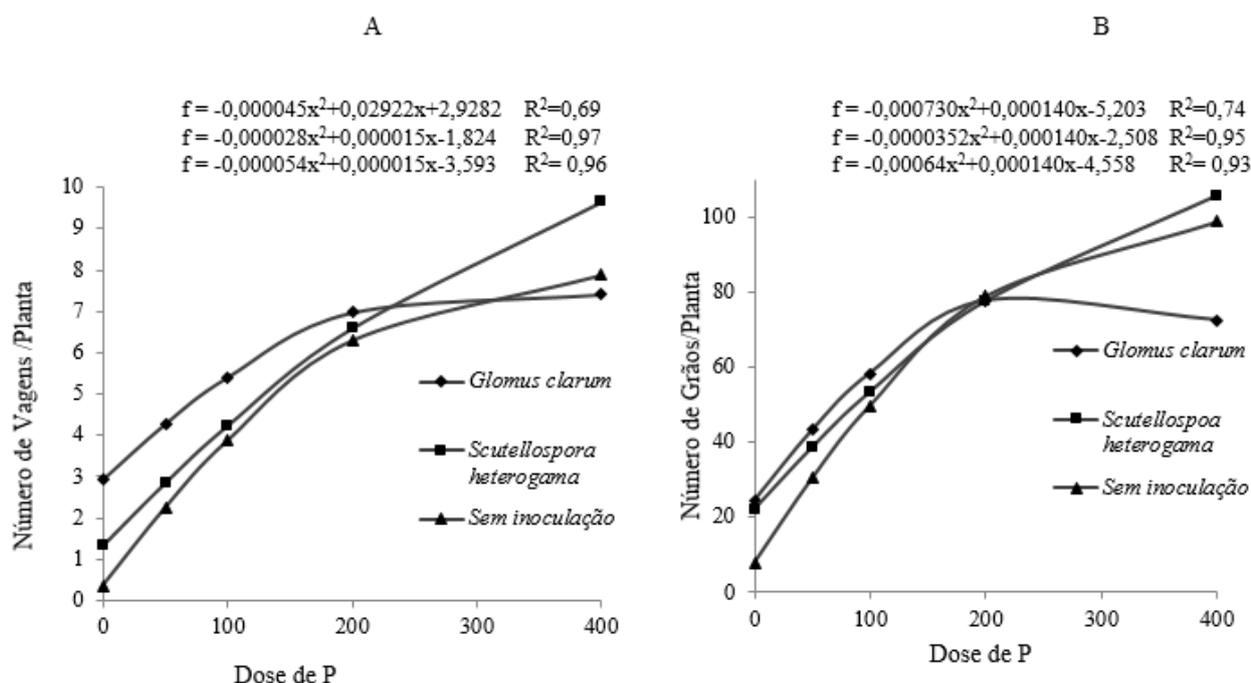


Figura 1. A - Efeito da inoculação de FMAs no número de vagens por planta do feijão-caupi, sob aplicação de diferentes doses de P. B - Efeito da inoculação de FMAs no número de grãos por planta do feijão-caupi, sob aplicação de diferentes doses de P.

dose de 400 mg.dm⁻³ de P um incremento de 18,3%. A partir da dose de 200 mg dm⁻³ de P notou-se que o tratamento com *Glomus clarum* não apresentou aumento número de vagens por planta, enquanto que nos tratamentos com *Glomus clarum*, *Scutellospora heterogama* e sem inoculação observou um incremento linear nas doses testadas, ou seja, com o aumento da dose houve aumento no número de vagens por planta do feijão-caupi (Figura 1A).

Observa-se na Figura 1A que, nas diferentes doses testadas, os tratamentos de inoculação com FMAs proporcionaram maior incremento do número de vagens por planta em relação ao tratamento sem inoculação.

Para o variável número de grãos.planta⁻¹, os tratamentos com *Glomus clarum* e *Scutellospora heterogama* apresentaram valores superiores ao tratamento sem inoculação, havendo uma expressividade na ordem de 68 e 64 %, em relação ao tratamento sem inoculação, respectivamente (Figura 1B). Esses resultados corroboram com os encontrados por Silva *et al.* (2010) que ao trabalhar com nutrição mineral do feijão-caupi obtiveram valores expressivos de produtividade de 1177 kg ha⁻¹ na dose de 90 kg de P₂O₅.

Mesmo apresentando valores inferiores, o tratamento sem inoculação apresentou número de grãos por plantas satisfatórias, o que pode ser atribuído aos teores de fósforo aplicado, resultado este expressado acima da dose de 200 mg.dm⁻³ de P.

A espécie fúngica *Glomus clarum* proporcionou incremento para produção de vagens e grãos até a dose de 200 mg.dm⁻³, podendo ser recomendada como fonte de inóculo para o feijão-caupi (Figura 1A e B).

Em estudo realizado por Coutinho *et al.* (2014) avaliando o crescimento e a produtividade do feijão-caupi em resposta a doses de fósforo no estado do Pará, observaram que levadas doses de P proporcionaram incrementos significativos na produtividade da cultura.

Os resultados mostraram a influência da inoculação no incremento das variáveis avaliadas do feijão-caupi o que pode auxiliar no rendimento da cultura, proporcionando ao agricultor produções mais elevada e renda. Além do mais, reduzirá a quantidade de adubos fosfatados.

CONCLUSÕES

O feijão-caupi foi responsivo à aplicação de fosfato e inoculação de FMAs. Os isolados fúngicos (*Glomus clarum* e *Scutellospora heterogama*) proporcionaram incrementos para o crescimento e produção do feijão-caupi. A espécie *Glomus clarum* proporcionou melhores resultados de número de vagens e número de grãos do que os demais tratamentos até a dose de 200 mg dm⁻³. O uso da inoculação poderá proporcionar redução da dose de fosfato utilizado pelo agricultor, o que levará a uma redução dos custos de produção.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa à autora através do programa institucional de bolsas de iniciação científica e tecnológica – PIBIC/UERR/CNPq

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Andrade Júnior, A.S. 2002. *Cultivo do feijão-caupi (Vigna unguiculata (L.) Walp.)* Teresina: Embrapa Meio-Norte, 108 p.
- Almeida, A. L. G.; Alcântara, R.M.C.M.; Nóbrega, R.S.A.; Nóbrega, J.C.A.; Leite, L.F.C. & Silva, J.A.L. 2010. Produtividade do feijão-caupi cv BR 17 Gurguéia inoculado com bactérias diazotróficas simbióticas no Piauí. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias* 5 (3): 364-369.
- Almeida, R.T.; Vasconcelos, I.; Sabadia, F.R.B. 1985. Efeito da infecção de fungos micorrízicos VA em feijão-de-corda, *Vigna unguiculata (L.) Walp.* *Ciência Agrônômica* 16(1): 23-26.
- Arf, O.; SÁ, M.E. de & Buzzetti, S. 1994. Importância da adubação na qualidade do feijão e caupi. *Importância da adubação na qualidade dos produtos agrícolas*. São Paulo: Ícone, p. 233-248.
- Barbosa, R.I. 1997. Distribuição das chuvas em Roraima. In: Barbosa, R.I.; Ferreira, E.J.G. & Castellón, E.G. (Eds.) *Homem, ambiente e ecologia no estado de Roraima*. Manaus, INPA. Pp. 325-335.
- Barbosa, R.I.; Ferreira, E.J.G. & Castellón, E.G. (Ed.).
- Coutinho, P. W. R.; da Silva, D. M. S.; Saldanha, E. C. M.; Okumura, R. S. & Júnior, M. L.S. 2014. Doses de fósforo na cultura do feijão-caupi na região nordeste do Estado do Pará. *Revista Agro@ambiente* 8 (1): 66-73.
- Tavares, S. R. L.; Franco, A. A.; Da Silva, Ribeiro, E. M. 2016. Produção de mudas de sabiá - *Mimosa*

- caesalpiniaefolia* Benth. noduladas e micorrizadas em diferentes substratos. *Holos* 7: 231-241.
- EMBRAPA MEIO-NORTE. Cultivo de feijão caupi. Jul/2003. Disponível em: <<http://www.embrapa.br>> Acesso em: 15 mar. 2016.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA, EMBRAPA. Disponível em: <<http://www.embrapa.br>> acessado 15 de março de 2016.
- Ferreira, D. F. 2011. SISVAR: um sistema computacional de análise estatística. *Ciência e Agrotecnologia* 35 (6): 1039-1042.
- Fageria, N. K.; Barbosa Filho, M, P. & Stone, L.F. 2003. Resposta do feijoeiro a adubação fosfatada. In: POTAFOS. Simpósio destaca a essencialidade do fósforo na agricultura brasileira. *Informações Agronômicas* 102: 1-9.
- Faquin, V. 2005. *Nutrição Mineral de Plantas*. Lavras: UFLA/FAEPE, 183p.
- Freire Filho, F. R.; Ribeiro, V. Q.; Rocha, M. M.; Silva, K. J. D.; Nogueira, M. S. R. & Rodrigues, E. V. Feijão-caupi no Brasil: Produção, melhoramento genético, avanços e desafios. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2011. 84p.
- Freire Filho, F.R.; Ribeiro, V.Q.; Barreto, P.D. & Santos, A.P. 2005. Melhoramento genético: In: Freire Filho, F.R.; Lima, J.A.A.; Ribeiro, V.Q. (Ed). *Feijão-caupi: avanços tecnológicos*. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 519p.
- Furtini Neto, A.E.; Vale, F.R.; Resende, A.V.; Guilherme, L.R.G. & Guedes, G.A.A. 2001. *Fertilidade do solo*. Lavras: UFLA/FAEPE, 252 p.
- Gerdemann, J.W. & Nicolson, T.H. 1963. Spores of mycorrhizal endogone species extracted from soil by wet sieving and decanting. *Transactions of the British Mycological Society* 46 (2): 235-244.
- Hippler, F. W. R., Moreira, M., Dias, N. M. S. & Hermann, E. R. 2011. Fungos micorrízicos arbusculares nativos e doses de fósforo no desenvolvimento do amendoim RUNNER IAC 8861. *Revista Ciência Agronômica* 42(3): 605-610.
- Howeler, R. H.; Sieverding, E. & Saif, S. 1987. Practical aspects of mycorrhizal technology in some tropical crops and pastures. *Plant and Soil*, The Hague, 100 (1-3): 249-283.
- Islan, R. & Ayanaba, A. 1981. Effects of seed inoculation and pré-infecting cowpea (*Vigna unguiculata*) with *Glomus mosseae* on growth and seed yield of the plants under field conditions. *Plant and Soil*, The Hague, 61 (3): 341 – 350.
- Jeffries, P.; Gianinazzi, S.; Perotto, S.; Turnau, K. & Barea, J.M. 2003. The contribution of arbuscular mycorrhizal fungi in sustainable maintenance of plant health and soil fertility. *Biology and Fertility of Soils* 37:1–16.
- Junior, R.S.; Carvalho, B.S.; Ferreira, P.A.A.; Gomide, P.H.O. & Soares, C.R.F.S. 2010. Fungos micorrízicos arbusculares e fósforo no crescimento e nutrição mineral do estilostantes (*Stylosanthes guianensis*). *XXIX Reunião Brasileira de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas (FERTBIO)*. Guarapará, ES.
- Malavolta, E. 2006. *Manual de Nutrição Mineral de Plantas*. São Paulo: Agronômica Ceres, 638p.
- Menezes, A.C.S.G.; Zilli, J.E.; Vilarinho, A.A.; Galvão, A. & Messias, O.I. 2007. Importância sócio-econômica e condições de cultivo do feijão-caupi em Roraima. In: Workshop sobre a Cultura do Feijão-Caupi em Roraima. Embrapa Roraima. *Anais*. Boa Vista: Embrapa Roraima, p. 12-30 (Embrapa Roraima. Documentos, 4).
- Moreira, F.M.S. & Siqueira, J.O. 2006. *Microbiologia e bioquímica do solo*. Lavras, Universidade Federal de Lavras, 626p.
- Oliveira, L. A. & Bonetti, R. 1983. Fatores químicos limitantes do solo e da nodulação, infecção por micorrizas VA e rendimento do feijão caupi num solo da região de Manaus. In: Encontro de Pesquisadores da Amazônia, 4., Porto Velho. *Anais...Porto Velho: [s.n.]*, p.16.
- Pouyú-Rojas, E.; Siqueira, J. O. & Santos, J. G. D. 2006. Compatibilidade simbiótica de fungos micorrízicos arbusculares com mudas de espécies arbóreas tropicais. *Revista Brasileira de Ciência do Solo* 30: 413-424.
- Raposo, R. W. C. 1989. *Inoculação de fungos micorrízicos vesículo-arbusculares e Bradyrhizobium spp. em caupi [Vigna unguiculata (L.) Walp.]*. 84 f. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP.
- Ribeiro, L. F. M. 2008. *Interferência nos atributos químicos do solo sob diferentes doses de termofosfato e superfosfato simples no cafeeiro*. 2008.43 f. Trabalho de Conclusão do Curso Superior de Tecnologia em Cafeicultura (Graduação) – Escola Agrotécnica Federal de Muzambinho, Muzambinho.
- Rohyadi, A.; Smith, F.A.; Murray, R.S. & Smith, S.E. 2004. Effects pH on mycorrhizal colonisation and nutrient uptake in cowpea under conditions that minimise confounding effects of elevated available aluminium. *Plant and Soil* 260(1-2): 283-290.
- Silva Júnior, E.B.; Oliveira, S.S.; Oliveira, P.J. Zilli, E.J.; Xavier, G.R. & Boddey, R.M. 2014. Importância do feijão caupi no Centro Oeste e a importância da fixação biológica de nitrogênio no manejo do solo. *Agrecol*.
- Silva, G. A.; Siqueira, J. O. & Sturmer, S. L. 2009. Eficiência de fungos micorrízicos arbusculares isolados de solos sob diferentes sistemas de uso na

- região do Alto Solimões na Amazônia. *Acta Amazônica* 39(3): 477-488.
- Silva, A. J.; Uchôa, S. C. P.; Alves, J. M. A.; Lima, A. C. S.; Santos, C. S. V.; Oliveira, J. M. F. & Melo, V. F. 2010. Resposta do feijão-caupi à doses e formas de aplicação de fósforo em Latossolo Amarelo do Estado de Roraima. *Acta Amazônica* 40(1): 31 – 36.
- Siqueira, J.O. 1983. *Nutritional and edaphic factors affecting spores germination, germ tube and root colonization by vesicular-arbuscular-mycorrhizal fungi*. Gainesville: University of Florida, 159p. Ph.D. Thesis.
- Siqueira, K.M.S. 2003. Interações entre *Glomus etunicatum*, *Bradyrhizobium sp.* e espécies de *Meloidogyne* em caupi (*Vigna unguiculata*) e feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris*) e entre *Rotylenchulus reniformis* e *Meloidogyne incognita* raça 2 em meloeiro (*Cucumis melo*). Dissertação de Mestrado. Recife, UFRPE, 86p.
- Taffouo, V. D.; Ngwene, B.; Akoa, A & Franken, P. 2014. Influence of phosphorus application and arbuscular mycorrhizal inoculation on growth, foliar nitrogen mobilization, and phosphorus partitioning in cowpea plants. *Mycorrhiza* 24: 361–368.
- Veloso, C.C; Silva, A.R; EL-Husny, J.C, Silva. A; Roberto, B.& Martinez, G.B. 2013. Resposta do feijão-caupi à adubação fosfatada e potássica em Latossolo amarelo do nordeste paraense. *III CONAC* (Congresso Nacional de feijão-caupi); Recife.