

INOCULAÇÃO E ADUBAÇÃO MINERAL NA CULTURA DO FEIJÃO - CAUPI EM LATOSSOLOS DA AMAZÔNIA ORIENTAL¹

RAIMUNDO THIAGO LIMA DA SILVA^{2*}, DIEGO DA PAIXÃO ANDRADE³, ÉMILE COSTA MELO⁴, EDNA CRISTINA VIANA PALHETA⁵, MARIA AUXILIADORA FEIO GOMES⁶

RESUMO - O feijão-caupi é uma leguminosa de grande importância para a alimentação humana, constituindo-se em uma fonte de proteína para a maioria da população urbana da região Norte do Brasil, portanto o objetivo do presente trabalho foi avaliar a eficiência de estirpes de *Bradyrhizobium* em associação à adubação fosfatada e potássica (PK) em feijão-caupi ao nível de campo no município de Capitão Poço - PA. Dois experimentos foram implantados em delineamento em blocos ao acaso com quatro repetições, constando de cinco tratamentos, sendo duas estirpes de *Bradyrhizobium* - BR 3262 e BR 3267, um tratamento apenas com PK, outro com NPK na formulação (10-28-20) e uma testemunha. Avaliaram-se a produtividade de grãos, a quantidade de vagens e o peso de 100 sementes. A adubação com fósforo e potássio representou um aumento significativo na produtividade de feijão-caupi, entretanto a inoculação com ambas as estirpes não incrementaram a produção.

Palavras-chave: Produtividade. Sementes. Proteína.

INOCULATION AND MINERAL FERTILIZATION ON THE CULTURE OF COWPEA - BEAN IN LATOSOILS OF EASTERN AMAZON

ABSTRACT - The cowpea is a leguminous of great importance for human consumption, providing a source of protein for most of urban population of northern Brazil, therefore the aim of this paper was to evaluate the efficiency of strains of *Bradyrhizobium* out in association with phosphate and potassium fertilization (PK) in cowpea at the field level in the municipality of Capitão Poço - PA. Two experiments were carried out in randomized blocks with four replications, consisting of five treatments, being two strains of *Bradyrhizobium* - BR 3262 and BR 3267, a treatment only with PK, another one with NPK in the formulation (10-28-20) and a control. It was evaluated the grain yield, the number of pods and weight of 100 seeds. Fertilization with phosphorus and potassium represented a significant increase in the yield of cowpea, however inoculation with both strains did not increase production.

Keywords: Yield. Seeds. Protein.

*Autor para correspondência.

¹Recebido para publicação em 24/02/2011; aceito em 18/07/2011.

Trabalho de Iniciação Científica do curso de Agronomia do primeiro autor.

²Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, UFSM, Izidoro Grassi, 23, 97060-310, Santa Maria - RS; thiago.ufra@yahoo.com.br

³Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, UFRPE, Caixa Postal 063, 56900-000, Serra Talhada - PE; diegoagro2006@gmail.com

⁴Campus de Capitão Poço, UFRA, 68650-000, Capitão Poço - PA; emilecosta70@hotmail.com

⁵Programa de Pós-Graduação em Educação Ambiental, UFPA, 76813-250, Belém - PA; kris.viana@yahoo.com.br

⁶Professora Adjunta da UFRA, 68650-000, Capitão Poço - PA; marauxfeio@yahoo.com.br

INTRODUÇÃO

O feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) é nativo da África e bastante cultivado nas regiões tropicais dos continentes africano, asiático e americano (SILVA et al., 2008). Pelo seu alto valor nutritivo, o feijão-caupi é cultivado principalmente para a produção de grãos, secos ou verdes, para consumo humano (MEDEIROS, 2008), fornecendo quantidades importantes de fósforo, ferro, tiamina, riboflavina e niacina (PHILLIPS et al., 2003).

Historicamente, o feijão-caupi no Brasil apresenta baixa produtividade de grãos, com média entre 500 e 700 kg ha⁻¹. No entanto, o potencial produtivo da cultura é estimado em 6000 kg ha⁻¹, (FREIRE et al., 2005). Além disso, é uma cultura eficiente na fixação biológica de nitrogênio (FBN), o que permite ser introduzida em solos com baixos teores de matéria orgânica (ZILLI et al., 2006). O aumento da eficiência da FBN é uma das formas de aumentar a produtividade da cultura (FRANCO et al., 2002), além disso melhorando o desempenho simbiótico pode-se, da mesma forma que ocorre com a soja, dispensar o uso de fertilizantes nitrogenados para obtenção de maiores rendimentos (RUMJANEK et al., 2005).

A disponibilidade de nutrientes está entre os fatores edáficos que influenciam a FBN, com destaque para o fósforo (P) e o potássio (K). O P auxilia na nodulação pela transferência de energia na forma de Adenosina Trifosfato ATP e no aumento de pêlos radiculares proporcionando aumento nos sítios de infecção para a bactéria (OKELEYE; OKELANA, 1997). A deficiência de K afeta a fotossíntese e consequentemente, o fornecimento de fotossintatos da planta para a bactéria, limitando a nodulação e a fixação simbiótica do nitrogênio (DUKE; COLLINS, 1985). Todavia a FBN é influenciada por fatores edafoclimáticos que podem trazer benefícios ou prejuízos ao processo (GUALTER et al., 2008).

Em países africanos, especialmente em áreas de savana, e no Brasil, os solos onde o feijão-caupi é cultivado são pobres em matéria orgânica e em nitrogênio, como é característico na maioria dos solos de regiões tropicais (MELO et al., 2003). Considerando que a cultura exporta uma quantidade expressiva de nitrogênio através dos grãos, que possuem um teor de proteína entre 20 e 30% (NIELSEN et al., 1993), a fixação biológica do nitrogênio mostra-se indispensável ao desenvolvimento desta leguminosa.

Os benefícios da FBN na cultura do feijão-caupi incluem, além do suprimento de nitrogênio para o desenvolvimento das plantas, o fornecimento de nitrogênio/proteína à alimentação humana - através dos grãos - e o aporte de quantidade significativa de nitrogênio ao solo, por meio dos restos culturais, que pode contribuir para a elevação da matéria orgânica e fertilidade do solo para a

cultura em sucessão (URQUIAGA; ZAPATA, 2000).

Na região Amazônica, pesquisas têm mostrado resultados positivos para o aumento da produtividade de grãos com a inoculação de bactérias do gênero *Bradyrhizobium* nas sementes de feijão-caupi (LACERDA et al., 2004; ZILLI et al., 2008; ZILLI et al., 2009). O presente trabalho foi conduzido com o objetivo de avaliar a eficiência simbiótica de estirpes de *Bradyrhizobium* associada à adubação mineral, na produtividade de grãos de feijão-caupi no nordeste paraense.

MATERIAL E MÉTODOS

Com a finalidade de futuramente recomendar as estirpes mais eficientes e a nutrição mineral mais adequada para o feijão-caupi na Amazônia Oriental, foram conduzidos dois experimentos a campo, com a mesma metodologia, durante o período de abril a julho de 2009, no município de Capitão Poço, localizada na microrregião do Guamá no Estado do Pará, com latitudes de 01°41'36" S e 01°43'13" S e longitudes 047°06'39" W e 047°07'13" W, distantes a 10 km um do outro. A precipitação pluviométrica média anual é em torno de 2500 mm e a temperatura média anual de 26 °C (SCHWART, 2007). O experimento avaliou a produtividade de grãos de feijão-caupi, em Latossolo Vermelho- Amarelo, onde foram estabelecidos cinco tratamentos: T1 - inoculado com *Bradyrhizobium elkanni*, estirpe BR-3262, com 60 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 45 kg ha⁻¹ de K₂O, T2 - inoculado com *Bradyrhizobium japonicum*, estirpe BR-3267, com 60 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 45 kg ha⁻¹ de K₂O, T3 - não inoculado com 60 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 45 kg ha⁻¹ de K₂O, T4 - não inoculado com 85 kg ha⁻¹ de P₂O₅, 60 kg ha⁻¹ de K₂O e 30 kg ha⁻¹ de N e T5 - testemunha, em delineamento de blocos casualizados, com quatro repetições.

A caracterização química do solo dos experimentos é apresentada na Tabela 1. A fertilização mineral consistiu na aplicação de superfosfato triplo e cloreto de potássio para os tratamentos T1, T2 e T3, enquanto para T4 aplicou-se NPK na formulação (10-28-20).

O solo foi preparado mediante gradagem e abertura manual de covas de plantio. Para a inoculação das sementes, foram utilizados dois inoculantes túrfosos com concentração mínima de *Bradyrhizobium* na ordem de 10⁹ células g⁻¹ de inoculante ambos com validade de 6 meses, um contendo a estirpe de *Bradyrhizobium japonicum* (BR 3267) oriundo da coleção de culturas da Embrapa Agrobiologia e outro de *Bradyrhizobium elkanni* (BR 3262) oriundo da coleção de culturas da Embrapa Roraima. A dose utilizada foi de 500 g de inoculante para 50 kg de semente, e a inoculação foi realizada com o umedecimento prévio das sementes com uma solução açucarada (10% p v⁻¹) na proporção de 6 mL kg⁻¹ de

semente (VARGAS et al., 2004). A semeadura foi realizada manualmente colocando-se quatro sementes por cova da variedade regional Riso do Ano. Aos 15 dias, realizou-se o desbaste, deixando-se uma planta por cova. As unidades experimentais mediam 9 m², contendo 06 linhas de 3m de comprimento cada uma, contendo 36 plantas, espaçadas de 0,50 m entre fileiras e 0,50 m entre plantas, sendo consideradas 16 plantas como úteis.

As plantas foram mantidas em campo limpo, por meio de capinas, com auxílio de enxadas para evitar concorrência com as plantas daninhas. Os efeitos dos tratamentos na produtividade do feijão-caupi foram avaliados por meio da colheita de cada parcela, na medida em que as vagens se apresentavam secas. Utilizaram-se quatro amostras por repetição para a obtenção do parâmetro peso de 100 sementes, e essas foram pesadas em uma balança de precisão de 0,01g.

Os parâmetros de produtividade de feijão-caupi foram submetidos à análise da variância pelo teste F e comparados pelo teste de Tukey a 5% de

probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A produtividade de grãos e a quantidade de vagens por planta nos dois experimentos mostraram que a inoculação aliada à adubação fosfatada e potássica seja ela com a estirpe BR3262 ou BR3267 apresentaram uma maior produtividade de feijão-caupi quando comparada com a testemunha, no entanto não diferiram estatisticamente (Tukey; 5%) com o tratamento não-inoculado com P e K, o que demonstra que a planta quando nutrida com quantidades adequadas de PK aliadas com a nodulação espontânea destes solos desempenham resultados satisfatórios, (Tabela 2). Resultado semelhante foi encontrado em solos de Roraima onde a aplicação de fertilizante fosfatado em sulco proporcionou maior crescimento e produção de grãos em feijão-caupi (SILVA et al., 2010).

Tabela 1. Caracterização química do solo utilizado nos experimentos.

Experimentos	Prof. (cm)	pH água	P -----	K mg dm ⁻³ -----	Na -----	Ca -----	Ca+Mg cmol _c dm ⁻³ -----	Al -----
A	0-20	5,6	2	44	17	2,0	2,6	0,2
B	0-20	5,5	2	33	14	1,2	1,7	0,3

Tabela 2. Produtividade, quantidade de vagens por planta e peso de 100 sementes dos experimentos com feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.), submetidos aos tratamentos: T1 - Inoculado com *Bradyrhizobium elkanni* (estirpe BR-3262) com PK, T2 - Inoculado com *Bradyrhizobium japonicum* (estirpe BR-3267) com PK, T3 - Não inoculado com PK, T4 - Não inoculado com NPK na Formulação 10-28-20 e T5 - Testemunha.

Experimento	Tratamentos	Produtividade (kg ha ⁻¹)	Quantidade de vagens/ planta	Peso de 100 sementes (g)
A	T1	1737.58a	18.98a	23.88a
	T2	1549.95a	17.22ab	23.58a
	T3	1256.75ab	14.56ab	23.24a
	T4	1179.05ab	11.39bc	24.41a
	T5	642.65b	7.75c	21.44a
	CV (%)	23,00	19,53%	5,79
B	T1	1101.15a	13.20a	21.47b
	T2	1232.85a	13.51a	21.40b
	T3	1150.15a	13.68a	20.92b
	T4	1178.95a	10.43a	24.40a
	T5	313.675b	4.01b	21.45b
	CV (%)	9,75	13,86	5,24

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Já o tratamento T4 que consistiu na aplicação de NPK na fórmula 10-28-20, a mais utilizada pelos agricultores da região para o feijão-caupi não diferiu estatisticamente dos tratamentos T1, T2 e T3 nas

variáveis produtividade (experimento A e B) e quantidade de vagens (experimento B), mesmo sendo aplicadas quantidades mais elevadas de P e K, isso pode estar relacionado ao solo em estudo que possui quantidades baixas de P e K e que quando corri-

gidas já não proporciona elevações de produtividade (Lei do Mínimo), segundo (PASTORINI et al., 2000) para o feijão-caupi, o fósforo tem proporcionado freqüentes respostas, e sua baixa disponibilidade no solo afeta negativamente o crescimento das plantas e sua produção. Todavia no Experimento A, em relação à quantidade de vagens a estirpe BR 3262 foi estatisticamente superior a T4 (Tabela 2).

Outro fator que se deve levar em consideração é o fato que no tratamento T4 houve aplicação de N, que segundo (OLIVEIRA et al., 2004) o suprimento de N via fertilização mineral influencia o processo de FBN em leguminosas, uma vez que as plantas podem absorver diretamente o N presente no solo. Por outro lado, o processo pode ocorrer com eficiência em condições de baixa disponibilidade de N no solo (FRANCO; NEVES, 1992), embora seja recomendado o uso de pequenas doses de N aplicadas no plantio (HUNGRIA et al., 1994) para melhorar o crescimento das plantas e promover efeito sinérgico sobre a nodulação (TSAI et al., 1993).

E por fim percebeu-se que no experimento A não houve diferença estatística entre os tratamentos quanto ao peso de 100 sementes, entretanto no experimento B o tratamento T4 foi estatisticamente superior aos demais tratamentos para essa mesma característica, isso se deu possivelmente pelo fato que a aplicação de nitrogênio mineral provocou uma exportação desse nutriente para o grão.

CONCLUSÕES

A adubação fosfatada e potássica aumentam significativamente a produtividade de feijão-caupi, no entanto a adubação nitrogenada mineral ou inoculação com estirpes de *Bradyrhizobium* (BR 3267 e BR 3262) não interferem na produtividade desta leguminosa;

Estudos sobre as relações entre N, P, K e inoculação em feijão-caupi precisam ser realizados na região.

REFERÊNCIAS

DUKE, S. H.; COLLINS, M. Role of potassium in legume dinitrogen fixation. In: MUNSON, R. D. (Ed.). **Potassium in agriculture**. Madison: American Society of Agronomy, 1985. p. 443-465.

FRANCO, M. C. et al. Nodulação em cultivares de feijão dos conjuntos gênicos andino e mesoamericano. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 8, p. 1145-1150, 2002.

FRANCO, A. A.; NEVES, M. C. P. Fatores limitantes à fixação biológica de nitrogênio. In: CARDO-SO, E. J. B. N. et al. (Ed.). **Microbiologia do solo**.

Campinas: SBCS, p. 257-282, 1992.

FREIRE FILHO, F. R. et al. **Feijão-caupi**: avanços tecnológicos. Brasília-DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2005. 519 p.

GUALTER, R. M. R. et al. Inoculação e adubação mineral em feijão-caupi: Efeito na nodulação, crescimento e produtividade. **Scientia Agraria**, Curitiba, v. 9, n. 4, p. 469-474, 2008.

HUNGRIA, M. et al. Fixação biológica do nitrogênio em soja. In: ARAUJO, R. S.; HUNGRIA, M. (Ed.). **Microorganismos de importância agrícola**. Brasília: Embrapa, 1994. p. 9-90.

LACERDA, A. M. et al. Yield and nodulation of cowpea inoculated with selected strains. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v. 51, n. 293, p. 67-82, 2004.

MARTINS, L. M. V. et al. 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.

MEDEIROS, R. et al. Estresse salino sobre a nodulação em feijão-caupi. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 21, n. 5, p. 202-206, 2008.

MELO, V. F.; GIANLUPPI, D.; UCHÔA, S. C. P. **Características edafológicas dos solos do Estado de Roraima**. Boa Vista: Embrapa Roraima, 2003. 28 p. (Embrapa Roraima. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 1).

NIELSEN, S. S.; BRANDT, W. E.; SINGH, B. B. Genetic variability for nutritional composition and cooking time of improved cowpea lines. **Crop Science**, v. 33, n. 3, p. 469-472, 1993.

OKELEYE, K. A.; OKELANA, M. A. Effect of phosphorus fertilizer on nodulation, growth and yield of cowpea (*Vigna unguiculata*) varieties. **Indian Journal of Agricultural Sciences**, v. 67, p. 10-12, 1997.

OLIVEIRA, W. S. et al. Alfalfa yield and quality as function of nitrogen fertilization and symbiosis with *Sinorhizobium meliloti*. **Scientia Agraria**, Curitiba, v. 61, n. 4, p. 433-438, 2004.

PASTORINI, L. H. et al. Crescimento inicial de feijoeiro submetido a diferentes doses de fósforo em solução nutritiva. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v. 47, n. 270, p. 219-228, 2000.

PHILLIPS, R. D. et al. Utilization of cowpeas for human food. **Field Crops Research**, v. 82, n. 2, p. 193-213, 2003.

RUMJANEK, N. G. et al. Fixação biológica do nitrogênio. In: FREIRE FILHO, F. R.; MARTINS, L. M. V.; RIBEIRO, V. Q. (Ed.). **Feijão-caupi: avanços tecnológicos**. Brasília: Embrapa, 2005. p. 281-335.

SCHWART, G. Manejo sustentável de florestas secundárias: espécies potenciais no Nordeste do Pará, Brasil. **Amazônia: Ciência & Desenvolvimento**, Belém, v. 3, n. 5, p. 125-147, 2007.

SILVA, A. J. et al. Resposta do feijão-caupi à doses e formas de aplicação de fósforo em Latossolo Amarelo do Estado de Roraima. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 40, n.1, p. 31-36, 2010.

SOARES, A. L. L. et al. Eficiência agronômica de rizóbios selecionados e diversidade de populações nativas nodulíferas em Perdões (MG). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 30, n. 5, p. 803-811, 2006.

SILVA, R. P. et al. Efetividade de estirpes selecionadas para feijão caupi em solo da região semi-árida do sertão da Paraíba. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 3, n. 2, p. 105-110, 2008.

TSAI, S. M. et al. Minimizing the effect of mineral nitrogen on biological nitrogen fixation in common bean by increasing nutrient levels. **Plant and Soil**, v. 152, n. 1, p. 131-138, 1993.

URQUIAGA, S.; ZAPATA, F. **Manejo eficiente de la fertilización nitrogenada de cultivos anuales en America Latina y el Caribe**. Porto Alegre: Gênese, 2000. 110 p.

VARGAS, M. A. T. et al. Inoculação de leguminosas e manejo de adubos verdes. In: SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E. **Cerrado: correção do solo e adubação**. Brasília: Embrapa, 2004. cap. 4, p. 97-128.

ZILLI, J. E. et al. Eficiência de Simbiótica de Estirpes de *Bradyrhizobium* isoladas de solo do Cerrado em Caupi. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n. 5, p. 201-210, 2006.

ZILLI, J. É.; XAVIER, G. R.; RUMJANEK, N. G. **BR 3262**: nova estirpe de *Bradyrhizobium* para a inoculação de feijão-caupi em Roraima. Boa Vista: Embrapa Roraima, 2008. 7 p. (Embrapa Roraima. Comunicado Técnico, 10).

ZILLI, J. E. et al. Contribuição de estirpes de rizóbio para o desenvolvimento e produtividade de grãos de feijão-caupi em Roraima. **Acta Amazônica**, Manaus, v. 39, n. 4, p. 749-758, 2009.