

Inoculação com *Bradyrhizobium* aumenta a fixação biológica de nitrogênio e a produtividade em variedades de feijão-caupi recomendadas para o Nordeste

Reginaldo Alves Ferreira Neto¹; Ana Dolores Santiago de Freitas²; Paulo Ivan Fernandes Júnior³

Resumo

O objetivo deste trabalho foi estimar o N fixado e a produtividade de variedades de feijão-caupi [*Vigna unguiculata* L. (Walp)] recomendadas para a região Nordeste em função da associação com rizóbios nativos ou da inoculação com estirpes recomendadas nacionalmente para a cultura. Foi realizado um experimento em campo, no Campo Experimental de Bebedouro, pertencente à Embrapa Semiárido, seguindo-se um arranjo fatorial em que foram testadas dez variedades cultivadas, com ou sem inoculação ou recebendo adubação nitrogenada (80 kg.ha⁻¹ N, na forma de ureia), além de um tratamento controle absoluto. As estimativas das quantidades de N fixado foram realizadas aos 45 DAP e a produção de grãos ao final do ciclo da cultura. Inoculações podem aumentar a produtividade e a quantidade de N fixado no feijão-caupi cultivado em solos do Semiárido. Entretanto, existem respostas diferenciadas das variedades às diferentes estirpes recomendadas e à adubação nitrogenada. Mesmo após a coleta dos grãos, todas as variedades são capazes de adicionar N ao sistema de cultivo, desde que sua palhada seja deixada no solo.

Palavras-chave: abundância natural do ¹⁵N, fixação biológica do N, *Vigna unguiculata* L. (Walp), inoculante.

¹Biólogo, doutorando em Tecnologias Energéticas e Nucleares (PROTEN) – UFPE, bolsista Facepe, Recife, PE.

²Engenheira-agrônoma, D.Sc. em Tecnologias Energéticas e Nucleares Professora da UFRPE, Recife, PE.

³Biólogo, D.Sc. em Ciência do Solo, pesquisador da Embrapa Semiárido, Petrolina, PE, paulo.ivan@embrapa.br.

Introdução

O feijão-caupi é uma das culturas predominantes nas pequenas propriedades do Semiárido brasileiro, por suas características de rusticidade, baixa exigência em fertilidade de solos e tolerância a altas temperaturas e seca. Como os solos da região, em geral, são pobres em matéria orgânica e raramente são utilizados fertilizantes nitrogenados, a fixação biológica do nitrogênio (FBN) tem um papel fundamental na manutenção da produtividade dos cultivos. Entretanto, geralmente o feijão-caupi é cultivado sem inoculação, ficando a fixação dependente da simbiose com rizóbios nativos.

Atualmente, existem quatro estirpes de rizóbios recomendadas em nível nacional para a inoculação do feijão-caupi (Brasil, 2011), porém, muitas vezes a inoculação com estirpes selecionadas não apresenta vantagem sobre a população nativa de rizóbios (Freitas et al., 2012).

As variedades de feijão-caupi apresentam grande variabilidade genética (Freire Filho, 1988), sendo possível que também apresentem diferentes potências para estabelecer simbiose eficiente (Marinho et al., 2014). Assim, além de buscar inoculantes eficientes, é importante a seleção de genótipos da planta com maior capacidade de FBN e mais adaptados às condições de clima e solos da região.

O objetivo deste trabalho foi estimar a FBN e a produtividade de variedades de feijão-caupi recomendadas para a região Nordeste, em associação com rizóbios nativos ou inoculadas com estirpes recomendadas nacionalmente para a cultura.

Material e Métodos

Foi realizado um experimento no Campo Experimental de Bebedouro, pertencente à Embrapa Semiárido, seguindo-se um arranjo fatorial em que foram testadas dez variedades de feijão-caupi (BRS Acauã, BRS Imponente, BRS Nova Era, BRS Marataoã, BRS Pajeú, BRS Potengi, BRS Pujante, BRS Tapaihum, BRS Tumucumaque e BRS Xiquexique), cultivadas com ou sem a inoculação de quatro estirpes de *Bradyrhizobium* (UFLA 03-84, BR 3267, INPA 03-11B e BR 3262) ou recebendo adubação nitrogenada (80 kg.ha⁻¹ N, na forma de ureia), além de um tratamento controle sem inoculação e sem adubação nitrogenada.

O cultivo recebeu 20 kg.ha⁻¹ de P₂O₅ e de K₂O no plantio, irrigação por gotejamento e capinas manuais. O delineamento experimental adotado foi o de

blocos ao acaso, com quatro repetições, parcelas de 7,5 m² e espaçamento de 0,50 m entre as linhas e 0,20 m entre plantas. Uma parcela extra em cada bloco foi cultivada com plantas referência – girassol (*Helianthus annuus* L.), algodão (*Gossypium hirsutum* L.) e mamona (*Ricinus communis* L.) – para estimativa da FBN por meio da técnica da abundância natural do ¹⁵N.

As estimativas da produção de biomassa aérea e da FBN foram realizadas aos 45 dias após o plantio (DAP), ocasião em que também foram coletadas amostras da parte aérea das plantas referência (algodão, mamona e girassol). No material vegetal foram determinados o peso seco das amostras e as concentrações totais (%) e razões isotópicas de N, em espectrômetro de massa com interface com um analisador elementar, no Laboratório de Ecologia Isotópica (CENA–USP).

Estimativas da FBN foram realizadas quando a diferença entre as médias dos sinais de $\delta^{15}\text{N}$ das leguminosas e das referências foram estatisticamente significativas ($p \leq 0,05$). Então, foi estimado o percentual de nitrogênio derivado do ar (%N_{dda}), utilizando o método da abundância natural do ¹⁵N (Shearer; Kohl, 1986) por meio da equação: $\%N_{dda} = [(\delta^{15}\text{N}(\text{referência}) - \delta^{15}\text{N}(\text{fixadora})) / \delta^{15}\text{N}(\text{referência}) - B] \times 100$, em que $\delta^{15}\text{N}(\text{referência})$ é o valor médio dos $\delta^{15}\text{N}$ das plantas referência; $\delta^{15}\text{N}(\text{fixadora})$ é o valor médio de $\delta^{15}\text{N}$ de cada de cada tratamento e B -1,61‰ (Unkovich et al., 2008).

As quantidades de N fixadas foram estimadas e calculadas multiplicando-se a biomassa pelos respectivos teores de N e de % N_{dda}. A avaliação da produtividade foi realizada aos 80 DAP. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Resultados e Discussão

A diferença de sinal isotópico do N absorvido pelas plantas controle ($\delta^{15}\text{N} = 9,53 \text{‰}$) e o N absorvido pelo feijão-caupi foi sempre significativa e maior que 2‰ (dados não apresentados), situação em que foi considerado que houve fixação em todos os tratamentos (Freitas et al., 2012). Para a maioria das variedades, o maior sinal isotópico foi observado nas plantas que receberam adubação nitrogenada, indicando inibição da FBN, que chegou a valores de apenas 26% na variedade Acauã. A variedade Potengi sempre se agrupou entre as variedades com menor absorção de N atmosférico (entre 39% e 66%), não diferindo de outras em alguns tratamentos (dados não apresentados).

As quantidades de N fixado foram fortemente influenciadas pela quantidade de biomassa aérea produzida e variaram de acordo com a interação das variedades com os tratamentos (Tabela 1). A maior quantidade de biomassa aérea foi produzida pela variedade Tumucumaque, quando inoculada com a estirpe BR 3262 (1831 kg.ha⁻¹), sem diferença da testemunha nitrogenada (dados não apresentados). Já em simbiose com as bactérias nativas, só produziram a metade desta quantidade. Para a variedade Pajeú, nenhum tratamento com inoculação ou a simbiose com as bactérias nativas conseguiu produzir quantidade de biomassa (entre 659 kg.ha⁻¹ e 934 kg.ha⁻¹) maior que a testemunha nitrogenada (1311 kg.ha⁻¹).

Houve influência dos tratamentos de inoculação no aporte de N fixado na biomassa aérea, nas variedades Pajeú, Tapaihum e Tumucumaque (Tabela 1). Quando inoculada com a estirpe BR 3262, a variedade Pajeú apresentou a quantidade de N fixado (23,43 kg.ha⁻¹) superior aos demais tratamentos inoculados e similar ao controle nitrogenado. Na variedade Tapaihum, a inoculação com UFLA 03-84 fixou 27 kg.ha⁻¹ de N se destacando dentre as demais inoculações e tendo desempenho similar à inoculação com BR 3262 e superior ao controle nitrogenado. A variedade Tumucumaque, recebendo inoculação com a estirpe BR 3262, fixou 34 kg ha⁻¹, resultado bastante contrastante com o da testemunha nitrogenada (9 kg ha⁻¹), embora similar ao das estirpes INPA 03-11B e UFLA 03-84 (Tabela 1).

Tabela 1. N fixado (kg.ha⁻¹) na biomassa aérea de diferentes variedades de feijão-caupi [*Vigna unguiculata* L. (Walp)] inoculadas com estirpes de rizóbio recomendadas.

Variedade (BRS)	Com inoculação/estirpes				Sem inoculação	
	BR 3262	BR 3267	INPA 03-11B	UFLA 03-84	Controle absoluto	Controle c/ N
Acauã	12 aB	20 aA	24 aA	23 aA	16 aB	13 aB
Imponente	33 aA	21 aA	22 aA	21 aA	29 aA	11 aB
Marataoã	18 aA	12 aB	19 aA	10 aB	18 aB	17 aB
Nova Era	19 aA	14 aB	23 aA	19 aB	17 aB	15 aB
Pajeú	23 aA	13 bB	13 bA	12 bB	17 bB	27 aA
Potengi	22 aA	14 aB	18 aA	13 aB	32 aA	21 aA
Pujante	21 aA	23 aA	22 aA	20 aA	25 aA	25 aA
Tapaihum	18 aA	10 bB	14 bA	27 aA	12 bB	10 bB
Tumucumaque	34 aA	14 bB	30 aA	29 aA	21 bB	9 bB
Xiquexique	8 aB	25 aA	17 aA	16 aB	14 aB	16 aB

Letras minúsculas comparam cada variedade de feijão-caupi isoladamente com estirpes de bactérias, enquanto letras maiúsculas comparam o desempenho de cada estirpe de bactéria inoculada nas diferentes variedades de feijão-caupi. A análise de variância foi realizada por meio do teste Scott-Knott a 0,05 de probabilidade.

Também houve respostas diferentes das variedades às inoculações, à simbiose com as bactérias nativas e à adubação nitrogenada para a produtividade de grãos, mas as respostas seguiram um padrão diferente (Tabela 2). A variedade Nova Era foi a mais produtiva e, quando inoculada com a BR 3262, produziu mais que todos os outros tratamentos, mas sem diferença estatística das inoculações com a UFLA-03-84, com a INPA 03-11B e com a testemunha nitrogenada.

Tabela 2. Produtividade de grãos ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) na biomassa aérea de diferentes variedades de feijão-caupi [*Vigna unguiculata* L. (Walp)] inoculadas com estirpes de rizóbio recomendadas.

Variedade (BRS)	Com inoculação/estirpes				Sem inoculação	
	BR 3262	BR 3267	INPA 03-11B	UFLA 03-84	Controle absoluto	Controle c/ N
Acauã	2405 aA	2056 aB	2175 aB	1849 aC	2245 aA	1971 aB
Imponente	1218 bB	1303 bC	1367 bC	1462 bD	2214 aA	2079 aB
Marataoã	1698 cB	3088 aA	2385 bB	1358 cD	2199 bA	2361 bB
Nova Era	3111 aA	1493 bC	2728 aB	2556 aB	1791 bB	2363 aB
Pajeú	2487 bA	2912 aA	3139 aA	2222 bB	1414 cB	2708 aA
Potengi	2322 aA	2267 aB	2408 aB	2663 aB	2523 aA	2363 aB
Pujante	2519 bA	3139 aA	3530 aA	2394 bB	2135 bA	3179 aA
Tapaihum	2515 aA	3125 aA	2627 aB	2373 aB	2493 aA	2462 aB
Tumucumaque	2112 bA	2368 bB	2699 aB	3151 aA	2164 bA	2605 aA
Xiquexique	1521 bB	2403 aB	2490 aB	2565 aB	2757 aA	2317 aB

Letras minúsculas comparam cada variedade de feijão-caupi isoladamente com estirpes de bactérias, enquanto letras maiúsculas comparam a performance de cada estirpe de bactéria inoculada nas diferentes variedades de feijão-caupi. A análise de variância foi realizada por meio do teste Scott-Knott a 0,05 de probabilidade.

Conclusão

A utilização de estirpes inoculantes pode aumentar a produtividade de grãos e a quantidade de N fixado no feijão-caupi cultivado em solos do Semiárido, com respostas aos tratamentos de inoculação ou adubação, a depender da variedade empregada.

Agradecimentos

À Facepe (APQ 0199-5.01/15) e à Embrapa (03.16.05.016.00.00), pelo apoio financeiro. À Facepe, pela bolsa de doutorado do primeiro autor (IBPG 1189-5.01/13).

Referências

- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução normativa nº 13, de 24 de março de 2011. Aprova as normas sobre especificações, garantias, registro, embalagem e rotulagem dos inoculantes destinados à agricultura, bem como as relações dos micro-organismos autorizados e recomendados para produção de inoculantes no Brasil, na forma dos Anexos I, II e III, desta Instrução. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, 25 mar. 2011. Seção 1, p.3-7.
- FREIRE FILHO, F. R. Origem, evolução e domesticação do caupi. In: ARAÚJO, J. P. P. de; WATT, E. E. (Org.). **O caupi no Brasil**. Brasília, DF: IITA: EMBRAPA, 1988. p. 26-46.
- FREITAS, A. D. S.; SILVA, A. F.; SAMPAIO, E. V. S. B. Yield and biological nitrogen fixation of cowpea varieties in the semi-arid region of Brazil. **Biomass and Bioenergy**, v. 45, p. 109-114, 2012.
- MARINHO, R. de C. N.; NÓBREGA, R. S. A.; ZILLI, J.E.; XAVIER, G. R.; SANTOS, C. A. F.; AIDAR, S. de T.; MARTINS, L. M. V.; FERNANDES JÚNIOR, P. I. Field performance of new cowpea cultivars inoculated with efficient nitrogen fixing rhizobial strains in the Brazilian Semi-arid. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 49, p. 395-402, 2014.
- SHEARER, G.; KOHL, D. H. N_2 fixation in field settings: estimations based on natural ^{15}N abundance. **Australian Journal of Plant Physiology**, v. 13, p. 699-756, 1986.
- UNKOVICH, M.; HERRIDGE, D.; PEOPLES, M.; CADISCH, G.; BODDEY, R.; GILLER, K.; ALVES, B.; CHALK, P. **Measuring plant-associated nitrogen fixation in agricultural systems**. Canberra: ACIAR, 2008. 258 p.