Eficiência de estirpes de rizóbio inoculadas em feijão-caupi no Cerrado, Gurupi-TO

ALOISIO FREITAS CHAGAS JUNIOR[1], WAGNER RAHMEIER[2], GIL RODRIGUES DOS SANTOS[3] & RITA DE CÁSSIA CUNHA SABOYA[4]

RESUMO - A interação do feijão-caupi com bactérias fixadoras de N atmosférico pode aumentar a produtividade e diminuir os custos de produção. No presente trabalho, avaliou-se, no campo, a eficiência agronômica, através do acúmulo de biomassa da parte aérea, radicular, número e biomassa dos nódulos, eficiência relativa e Produtividade, de cinco estirpes de rizóbio, BR 3302 (UFLA 3-84), BR 3301 (INPA 03-11B), BR 3262, BR 3299 e BR 3267, em simbiose com três cultivares de feijão-caupi (BRS Nova Era, BRS Pujante e Vinagre), mais dois controles, testemunha e Adubado com 50 Kg de N/ha. Observou-se que para cada cultivar a resposta de cada estirpe variou dentro dos parâmetros avaliados. Porém, a estirpe BR 3302 (UFLA 3-84) proporcionou melhores resultados para as três cultivares de feijão-caupi, semelhantes ao tratamento adubado com nitrogênio

Palavras-Chave: (*Vigna unguiculata*; fixação biológica do nitrogênio; biologia do solo)

Introdução

A cultura do feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) é extremamente rústica, tolerante a altas temperaturas, à seca e com boas condições para adaptação e expansão de áreas exploradas. Apesar de ser considerada uma cultura de subsistência, assume expressiva importância sócio econômica no cenário da agricultura no Norte e Nordeste, constituindo-se na principal fonte de proteína de baixo custo para a alimentação humana.

Historicamente, essa cultura apresenta baixa produtividade, devido às condições de cultivos sem adoção de tecnologias avançadas [1]. Isto porque em condições de experimento e lavouras com melhor uso de tecnologia, o feijão-caupi tem apresentado alto potencial produtivo, o que em geral não tem sido explorado. Um dos fatores responsáveis pela baixa produtividade é a baixa fertilidade natural e dos teores de matéria orgânica dos solos, especialmente em áreas de cerrado.

A produtividade desta cultura poderia ser aumentada pelo uso de inoculantes de rizóbios eficientes, e assim, poderia suprir as necessidades de nitrogênio da planta [2,3], baixando os custos de produção e elevar a renda do produtor. Em experimentos conduzidos em condições de campo, tem se mostrados aumentos nos rendimentos de grãos em tratamentos inoculados com estirpes de rizóbio selecionados [3,4,5]. Portanto, é imprescindível a difusão desta biotecnologia, de baixíssimo custo, para a cultura do feijão-caupi. No cerrado do Tocantins, entretanto, o uso de inoculantes na cultura do feijão-caupi ainda é muito limitado necessitando de estudos de avaliação da fixação biológica do nitrogênio nesta cultura e da eficiência agronômica das estirpes de rizóbios nas condições de clima e solo do cerrado no Sul do Tocantins.

Assim, este trabalho teve por objetivo avaliar os efeitos da inoculação com estirpes de rizóbio na cultura do feijão-caupi em condições de clima e solo do cerrado no Sul do Tocantins.

Material e Métodos

No período de março a maio de 2009 foram conduzidos três experimentos de campo, inoculando-se sementes de feijão-caupi (cv. BRS Nova Era, BRS Pujante e Vinagre) com estirpes de rizóbio. Os experimentos foram implantados no Campo Experimental da Universidade Federal do Tocantins, no Campus Universitário de Gurupi/TO, localizado a 11° 43' 5 S e 49° 04' W a 280 m, conduzido de acordo com as recomendações da RELARE (Rede de Laboratórios para recomendação, padronização e difusão de tecnologia de inoculantes microbianos de interesse agrícola). O solo da área de cultivo apresentou as seguintes características: (M.O: 22,1g⁄dm^3; pH: 5,4; P: 7,3 mg⁄dm^3; K: 0,2 cmol$_c$⁄dm^3; Ca: 4,2 cmol$_c$⁄dm^3; Mg: 1,71 cmol$_c$⁄dm^3; Al: 0,18 cmol$_c$⁄dm^3, na camada de 0-20 cm de profundidade).

O delineamento experimental utilizado foi blocos casualizados com quatro repetições, com parcelas de 2 m x 2 m e espaçamento da cultura 0,5 m entre linhas e 8-10 plantas por metro linear. Os tratamentos utilizados para cada cultivar de feijão caupi foram: Inoculação com as estirpes BR 3301 (INPA 03-11B), BR 3302 (UFLA 3-84) (oriundas da coleção de culturas do laboratório de Microbiologia do Solo da Universidade Federal de Lavras), e BR 3262, BR 3299 e BR 3267 (oriundas da coleção de culturas da Embrapa Agrobiologia), adubação nitrogenada (50 kg⁄ha no plantio) e controle (sem adubação nitrogenada e sem inoculação). Os inoculantes foram fornecidos em

[1] Primeiro Autor é Professor Adjunto do Curso de Agronomia, Universidade Federal do Tocantins, Campus de Gurupi. Rua Badejós, chácaras 69-72, Zona Rural, Gurupi, TO, Cx. Postal: 66. CEP 77402-9700. E-mail: chagasjraf@uft.edu.br.
[2] Segundo Autor é Mestrando em Produção Vegetal, Universidade Federal do Tocantins, Campus de Gurupi.
[3] Terceiro Autor é Professor Adjunto do Curso de Agronomia, Coordenador do Curso de Mestrado em Produção Vegetal. Universidade Federal do Tocantins, Campus de Gurupi.
[4] Quarto Autor é Pesquisadora da Embrapa Cerrado.
Apoio financeiro: CAPES-PNPD e CNPq-Universal Nº Proc. 473389⁄2007-0.

veículo turfoso e concentração mínima de rizóbio na ordem de 10^8 células/g de inoculantes, sendo que a inoculação consistiu da aplicação de uma proporção de 500 g deste inoculante para cada 50 kg de sementes umedecidas em água potável.

Foram avaliadas nos experimentos a massa seca da parte aérea (MSPA), da raiz (MSR), total (MST), número de nódulos (NN) e massa seca dos nódulos (MSN), aos 40 dias após o plantio. Ao final do ciclo, foi avaliada a produtividade de grãos, com umidade corrigida para 13%. Avaliou-se ainda a eficiencia relativa (ER) calculada segundo a fórmula: ER=(MSPA inoculada/ MSPA com N) x 100, em que MSPA inoculada é a matéria seca da parte aérea da planta com inoculação e MSPA com N é a matéria seca da parte aérea da planta com N mineral [6]. Os dados foram submetidos à análise de variância empregando-se o programa de análise estatística ASSISTAT, versão 7.4 beta, e as médias foram comparadas pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.

Resultados

Os resultados apresentados na tabela 1 mostraram, no experimento 1, com a cultivar Nova Era que não ocorreram diferenças entre os tratamentos inoculados com as estirpes, BR 3302, BR 3301, BR 3262 e o tratamento adubado com N (uréia) para MSPA e MST, sendo superiores ($p < 0,001$) as estirpes BR 3299 e BR 3267. Para o NN, os menores valores, entre os tratamentos inoculados, foram encontrados para o tratamento com a estirpe BR 3267. Para MSN as estirpes BR 3302, BR 3301 e BR 3262 foram superiores ($p < 0,001$). Em relação à produtividade, foi observado que as estirpes BR 3302 e BR 3267 proporcionaram rendimento superior aos outros tratamentos inoculados, porém com valores semelhantes ao tratamento adubado com uréia e a testemunha. As estirpes BR 3302, BR 3301 e BR 3262 contribuíram para a eficiência relativa (ER) superior em relação aos demais tratamentos, porém similar ao tratamento adubado (Figura 1).

No experimento 2 com a cultivar Pujante, a estirpe BR 3302 foi superior ($p < 0,001$) aos outros tratamentos para MSPA e MST. Quanto a MSR, as estirpes BR 3263 e BR 3267 apresentaram valores inferiores aos outros tratamentos. Para o NN todas as estirpes apresentaram nodulação superior aos tratamentos adubado e testemunha. Para a MSN o menor valor foi encontrado para a estirpe BR 3262. Em relação a produtividade, as estirpes BR 3302, BR 3301 e BR 3262 apresentaram mais de 800 kg por hectare, sendo significativamente superiores ao tratamento adubado (Tabela 1). Para a ER, destaque, também, para a estirpe BR 3302, com valores superiores aos outros tratamentos (Figura 1).

No experimento 3, com a variedade Vinagre, foi observados valores superiores ($p < 0,001$) para MSPA e MST para as estirpes BR 3302 e BR 3262. Para a MSR destaque para as estirpes BR 3302 e BR 3299. Em relação ao NN as estirpes BR 3302, BR 3301 e BR 3299 foram superior ($p < 0,01$). Já a MSN não houve diferença significativa entre as estirpes utilizadas. Todas as estirpes proporcionaram produtividades significativamente superiores aos tratamentos testemunha e adubado (Tabela 1). Para a ER os maiores valores foram para as estirpes BR 3302 e 3262 (Figura 1).

Discussão

O feijão caupi é capaz de nodular com diversas espécies de bactérias do grupo rizóbio, especialmente do gênero *Bradyrhizobium*, *Rhizobium* e *Sinorhizobium* [5,7,8). Esta característica, apesar de representar uma vantagem ecológica para a adaptação deste vegetal, é um fator limitante ao uso de inoculantes em sistemas agrícolas [9]. Isto porque normalmente a cultura apresenta baixa especificidade de nodulação.

Desta forma, apesar de ser uma das leguminosas com maior capacidade em fixar nitrogênio atmosférico nos sistemas agrícolas, 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 amplamente usada para esta cultura no Brasil [3].

A estirpe BR 3302 mostra uma constante na relação MSPA, MSR, MST, NN, MSN, ER e produtividade, para a cultiva Nova Era no experimento 1, com valores próximo ao tratamento adubado, tornando visível a resposta positiva desta cultivar a esta estirpe.

Para a cultivar Pujante e Vinagre, também foi observado resultados satisfatórios com a inoculação da estirpe BR 3302, com produtividade cerca de 22 e 11% superior ao tratamento adubado.

Algumas estirpes, entre elas BR 3302, BR 3301, BR 3267 e BR 3262, foram testadas em outros trabalhos [3,5] mostraram bom desempenho, tanto de eficiência quanto competitividade.

Analisando os dados conjuntamente, observou-se que, a média geral de produtividade diferiu de forma significativa entre os diferentes experimentos, sendo a maior produtividade ocorrida nas cultivares Pujante e Vinagre inoculados com a estirpe BR 3302. Na média geral dos três experimentos, foram observadas produtividades de grãos de feijão caupi de 743 e 826 kg ha^{-1} para os tratamentos com adubação nitrogenada e o tratamento inoculado com a estirpe BR 3302, respectivamente, sendo as médias obtidas nesses tratamentos significativamente superiores ao controle (Tabela 1). Porém, as médias de produtividades do feijão caupi inoculado foram inferiores aos encontrados em trabalhos de campos em outras regiões [3,5,10]. Mas, os experimentos em outras regiões receberam adubação de plantio com fósforo, potássio e micronutrientes, o que não ocorreu neste experimento, visando à realidade dos produtores na região de cerrado no Sul do Tocantins.

De acordo com os dados obtidos, respostas positivas de inoculação mais facilmente serão obtidas em áreas com baixa população de rizóbio nodulantes de feijão caupi estabelecidas no solo, fato que ocorreu onde foram implantados os experimentos, tendo o tratamento controle uma baixa nodulação.

Considerando que os solos onde foram implantados os

experimentos apresentavam limitações quanto à fertilidade, a produtividade da cultura de feijão caupi obtida com inoculação foi expressiva em relação ao tratamento controle, mostrando a possibilidade de aumento da produtividade de grãos de feijão caupi por parte dos agricultores com a adoção da tecnologia de inoculação. Porém, existe necessidade de experimentos de inoculação com adubação de plantio, visando aumento da produtividade.

Conclusões

A estirpe BR 3302 (UFLA 3-84) proporcionou melhores resultados para as três cultivares de feijão-caupi, semelhantes ao tratamento adubado com nitrogênio, porém ainda é preciso a realização de outros experimentos para avaliar melhor seu potencial.

Agradecimentos

A CAPES-PNPD e CNPq-Universal.

Referências

[1] FREIRE FILHO, F.R.; LIMA, J.A. & RIBEIRA, A. 2005. *Feijão caupi. Avanços tecnológicos*. Brasília: Embrapa Informações Tecnológicas. 519p.

[2] SILVA, V.N.; SILVA, L.E.S.F. & FIGUEIREDO, V.B. 2006. Atuação de rizóbio com rizobactéria promotora de crescimento em plantas na cultura do caupi (*Vigna unguiculata* [L.] Walp.). *Acta Scientiarum Agronomy, 28(3)*:407-412.

[3] ZILLI, J.E.; XAVIER, G.R. & RUMJANEK, N.G. 2008. BR3262: *Nova estirpe de Bradyrhizobium para a inoculação de Feijão-Caupi em Roraima*. Embrapa, Roraima. 7p. (Embrapa, Comunicado Técnico, 10).

[4] MARTINS, L.M.; XAVIER, G.R.; RANGEL, F.W.; RIBEIRO, J.R.A.; NEVES, M.C.P.; MORGADO, L.B. & RUMJANEK, N.G. 2003. Contribution of biological nitrogen fixation to cowpea: a strategy fot improving grain yield in the semi-arid region of Brazil. *Biology and Fertility of Soil 38*:333-339.

[5] ZILLI, J.E.; MARSON, L.C.; XAVIER, G.R. & RUMJANEK, N.G. 2006. *Avaliação de estirpes de rizóbio para a cultura do feijão-caupi em Roraima*. Embrapa, Roraima, 8p. (Embrapa, Circular Técnica, 01).

[6] LIMA, A.S. PEREIRA, J.P.A.R. & MOREIRA, F.M.S. 2005. Diversidade fenotípica e eficiência simbiótica de estirpes de *Bradyrhizobium* spp. de solos da Amazônia. *Pesquisa Agropecuária Brasileira 40*:1095-1104.

[7] RUMJANEK, N.G.; MARTINS, L.M.V.; XAVIER, G.R. & NEVES, M.C.P. 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. p.281-335.

[8] MOREIRA, F.M.S. 2006. Nitrogen-fixing leguminosae-nodulating bacteira. In: MOREIRA, F.M.S.; SIQUEIRA, J.O.; BRUSSAARD, L. (Eds.). *Soil Biodiversity in Amazon and Other Brazilian Ecosystems*. CABI Publishing, Estados Unidos. 279p.

[9] XAVIER, G.R.; MARTINS, L.M.V.; RIBEIRO, J.R.A. & RUMJANEK, N.G. 2006. Especificidade simbiótica entre rizóbio e acessos de feijão-caupi de diferentes nacionalidades. *Revista Caatinga 19(1)*:25-33.

[10] GUALTER, R.M.R.; LEITE, L.F.C.; ALCÂNTARA, R.M.; CARDOSO, M.; COSTA, D.B. & LIMA, S.S. 2007. Avaliação dos efeitos da inoculação de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* [L.] Walp.) com *Bradyrhizobium elkanii*. *Revista Brasileira de Agroecologia 2(2)*:637-640.

Tabela 1: Biomassa, nodulação e produtividade de feijão caupi Cultivar Nova Era, Pujante e Trepa Pau, inoculado com estirpes de rizóbio. Experimentos 1, 2 e 3.[1]

Isolados/ estirpes	MSPA (g)	MSR (g)	MST (g)	NN [2]	MSN (mg)[2]	Prod.[4] kg ha^{-1}
Experimento 1: Cultivar Nova Era						
BR 3302 (UFLA 3-84)	14,09 a	1,27 a b	14,36 a	27 a b	427 a b	680 a
BR 3301 (INPA 3-11B)	13,02 a b	0,99 a b	14,01 a	25 a b	420 a b	590 c
BR 3262	14,22 a	1,38 a	15,60 a	33 a	483 a	513 d
BR 3299	8,25 c	0,98 b c	9,23 c	36 a	108 d	520 d
BR 3267	9,91 b c	1,33 a b	11,24 b c	18 b	400 b	647 b c
Testemunha	8,29 c	0,69 d	8,98 c	2 c	7,3 e	653 b c
Adubado	14,06 a	0,95 b c	15,01 a	1 c	0,5 e	693 a
CV (%)[3]	17,14	22,99	16,05	34,93	15,74	7,43
Experimento 2: Cultivar Pujante						
BR 3302 (UFLA 3-84)	19,53 a	0,72 a b	20,25 a	27 a b	425 a	888 a
BR 3301 (INPA 3-11B)	14,74 b	0,81 a b	15,65 b c	34 a	466 a	848 a b
BR 3262	11,41 c	0,64 b c	12,05 d e	30 a b	181 b	815 a b
BR 3299	8,49 d	0,74 a b	9,23 f	34 a	492 a	753 c d
BR 3267	11,36 c	0,65 b c	12,01 d e	24 a b	423 a	783 b c
Testemunha	15,74 b	0,71 a b	16,45 b	3 c	8,8 c	646 e
Adubado	16,08 b	0,87 a b	16,95 b	1 c	7,3 c	723 c d
CV (%)	9,52	20,94	9,42	31,96	35,01	6,38
Experimento 3: Cultivar Vinagre						
BR 3302 (UFLA 3-84)	15,68 a	0,91 a	16,59 a	33 a	428 b	910 a
BR 3301 (INPA 3-11B)	12,85 b	0,54 b c	13,39 b	36 a	475 a b	838 a b
BR 3262	15,93 a	0,63 b c	16,56 a	18 b	554 a	855 a b
BR 3299	10,90 b c	0,75 a b	11,65 b c	26 a b	457 a b	905 a
BR 3267	9,88 c	0,64 b c	10,52 c d	21 b	507 a b	865 a b
Testemunha	10,95 b c	0,81 a b	11,76 b c	4 c	49 d	763 d
Adubado	11,49 b c	0,61 b c	12,10 b c	2 c	7,3 d	813 c
CV (%)	11,65	25,31	11,15	32,30	25,2	6,42

[1]Médias seguidas de mesma letra, nas colunas, não diferem entre si pelo teste Duncan a 5%. [2] Dados transformados por X + 0,5. [3] Coeficiente de Variação. [4] Prod.= Produtividade.

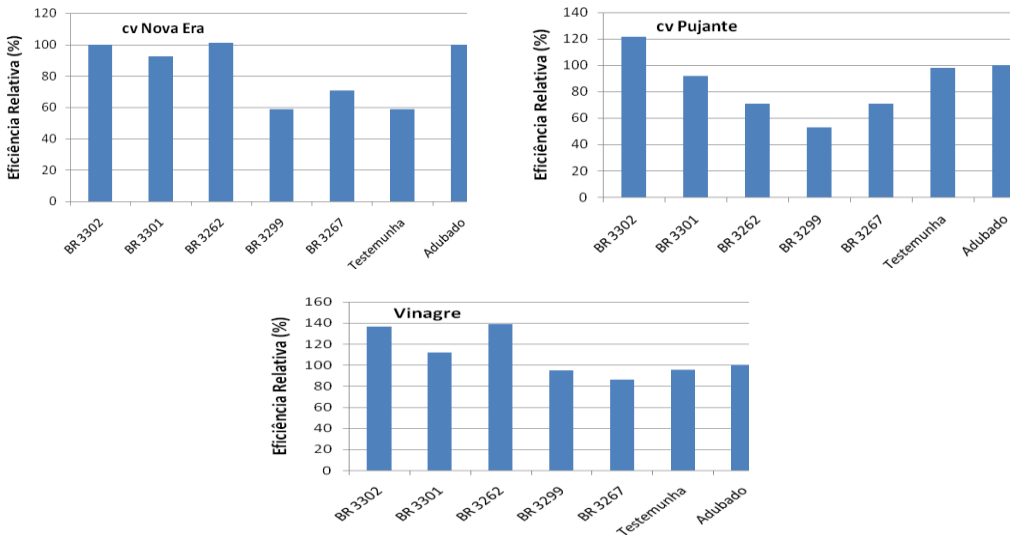

Figura 1: Eficiência Relativa de feijão caupi Cultivar Nova Era, Pujante e Vinagre, dos tratamentos inoculados com estirpes de rizóbios e testemunha, em relação ao tratamento adubado com nitrogênio (uréia). Experimentos 1, 2 e 3.