

Response of cowpea to inoculation with nitrogen-fixing strains in Gurupi-Tocantins State

Rita de Cassia Cunha Saboya², Paulo Rogério Siriano Borges^{1,*}, Luciano Marcelo Fallé Saboya³, Fábio Pinto dos Reis Monteiro⁴, Shara Emanuelle Alves de Souza⁵, Adão Felipe dos Santos⁶, Elonha Rodrigues dos Santos⁷

ABSTRACT

This study evaluated the effect of inoculation with nitrogen-fixing strains in cv. Vinagre cowpea at conditions of the southern state of Tocantins. The experiment was conducted in 2007/2008 harvest. The experimental design was randomized blocks with seven treatments and four replications. We tested five inoculants of bacteria: BR3301, BR3302, BR3262, BR3267 and BR3299, two controls, one with NPK and a control without fertilization or inoculation. At 35 and 55 days after emergence were evaluated the following variables: number of nodules, nodule dry mass, dry mass of shoots and relative efficiency. At the end of the cycle was evaluated the number of pods per plant, weight of pods per plant and grain yield. The data were subjected to analysis of variance by F test and means were grouped by Scott-Knott, both at 5% probability. The association between the means was assessed by Pearson correlation. The BR3302 strain showed higher dry weight of nodules at 35 and 55 DAE, however the control without fertilization or inoculation and the one with NPK contributed to higher grain yield. The number of pods and weight of pods per plant were the variables that most influenced yield. It is necessary to further study on the selection of strains of nitrogen fixing bacteria to the ecological conditions of the southern state of Tocantins.

Keywords: *Vigna unguiculata*. BR3301. BR3302. BR3262. BR3267. BR3299. Nodulation.

*Autor para correspondência.

¹Doutorando em Ciências de Alimentos, Universidade Federal de Lavras, Minas Gerais – Brasil, paulosiriano@gmail.com

²Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Embrapa Produtos e Mercados, Campina Grande, PB - Brasil, cassia.saboya@embrapa.br

³Departamento de Engenharia agrícola, Universidade Federal de Campina Grande, Isaboya@hotmail.com

⁴Instituto Natureza do Tocantins – NATURATINS, Palmas, TO – Brasil, mestreuft@gmail.com

⁵Empresa de Exploração Agrícola e Pecuária Ltda – Empagri, shara.agro@hotmail.com

⁶Departamento de Agronomia, Universidade Federal do Tocantins, Gurupi, TO – Brasil, adaofelipe@uft.edu.br

⁷Departamento de Agronomia, Universidade de Brasília, UnB, Brasília, DF – Brasil, elonharodrigues@yahoo.com

Resposta do feijão-caupi a estirpes fixadoras de nitrogênio em Gurupi-TO

RESUMO

Objetivou-se com este trabalho avaliar o efeito da inoculação de estirpes fixadoras de nitrogênio na cv. Vinagre de feijão-caupi nas condições edafoclimáticas da região sul do Estado do Tocantins. O experimento foi conduzido na safra 2007/2008. O delineamento experimental foi de blocos casualizados com sete tratamentos e quatro repetições. Foram testados cinco inóculos de bactérias: BR3301, BR3302, BR3262, BR3267 e BR3299; mais dois controles, um com adubação NPK e uma testemunha, sem adubação e sem inoculação. Aos 35 e 55 dias após a emergência foram avaliadas as seguintes variáveis: número de nódulos, massa seca dos nódulos, massa seca da parte aérea e eficiência relativa. Avaliou-se no final do ciclo da cultura número de vagens por planta, massa de vagem por planta e rendimento de grãos. Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F e as médias foram agrupadas pelo teste de Scott-Knott, ambos a 5% de probabilidade. A associação entre as médias foi avaliada por meio de correlação de Pearson. A estirpe BR3302 apresentou maior massa seca de nódulos aos 35 e 55 DAE, entretanto a Testemunha e a Adubação com NPK promoveram maior rendimento de grãos. O número de vagens e a massa de vagens por plantas foram as variáveis que mais influenciaram no rendimento de grãos. Faz-se necessário um estudo mais aprofundado sobre seleção de estirpes de bactérias fixadoras de nitrogênio para as condições edafoclimáticas da região sul do Estado do Tocantins.

Palavras-chave: *Vigna unguiculata*. Nodulação. BR3301. BR3302. BR3262. BR3267. BR3299. FBN.

INTRODUÇÃO

O caupi (*Vigna unguiculata* L. Walp.), também conhecido como feijão macassar, feijão trepa-pau, feijão fradinho ou feijão-de-corda, tem grande importância na alimentação básica da população brasileira, principalmente nas regiões Norte e Nordeste, além de países africanos e asiáticos (Teófilo et al., 2008). Até a década de 90 seu cultivo era quase que exclusivo de pequenos e médios agricultores de base familiar. Atualmente, essa cultura passou a ocupar outros cenários agrícolas, em áreas de perímetro irrigado e na safrinha, após a cultura da soja, e começou a ser cultivada por grandes produtores, com maior adoção de tecnologia.

O rendimento médio do feijão-caupi, no Brasil, é de aproximadamente 400 kg por hectare, sendo que uma das principais causas desse baixo rendimento são as condições de cultivo, sem adoção de tecnologias, principalmente fertilizantes químicos, uma vez que estes oneram o custo de produção, inviabilizando, o seu uso por pequenos produtores. Atualmente vários estudos tem explorado a fixação biológica de nitrogênio (FBN) por estirpes de bactéria do grupo rizóbio eficientes, com o objetivo de aumentar a produtividade do feijão caupi, baixar os custos de produção e elevar a renda do produtor rural (Martins et al., 2003; Soares et al., 2006; Chagas Junior et al., 2010; Silva et al., 2011; Borges et al., 2012).

O caupi apresenta capacidade de nodular e estabelecer simbiose com diversas espécies de bactérias nativas do grupo rizóbio, incluindo os gêneros *Azorhizobium*, *Burkholderia*, *Bradyrhizobium*, *Mesorhizobium*, *Rhizobium*, *Sinorhizobium*, entre outros (Moreira, 2008). Apesar desta característica ser uma vantagem ecológica para a adaptação desta planta, é um fator limitante ao uso de inoculantes em sistemas agrícolas (Xavier et al., 2006). Isto ocorre por essa cultura apresentar baixa especificidade de nodulação e pela grande diversidade de espécies nativas de bactérias fixadoras de N₂, que o fazem em baixo grau de eficiência. Diante disso as estirpes de rizóbio de alta qualidade devem ser capazes de sobreviver e competir pela fixação eficiente de N₂ na leguminosa alvo (Zilli et al. 2006; Chagas Junior et al., 2010).

Recentemente, vários estudos foram realizados testando a eficiência agrônômica de diferentes estirpes de rizóbio quanto à fixação biológica de nitrogênio. Entretanto, resultados divergentes foram obtidos, pois a eficiência dessas bactérias depende tanto do cultivar testado, quanto da região de cultivo (Borges et al., 2012).

Gualter et al. (2011) ao avaliarem o cultivar de feijão-caupi BRS Guariba no Maranhão, verificaram que este respondeu positivamente à inoculação com a estirpe BR3299 para rendimentos de grãos em relação a inoculação com a estirpe BR3262. No estudo de Chagas Junior et al. (2010), sobre eficiência agrônômica de estirpes

de rizóbios (BR3301, BR3302, BR3262, BR3299 e BR3267) inoculadas em três cultivares de feijão-caupi em Tocantins verificaram que a estirpe BR3302 proporcionou melhores resultados para todas cultivares testadas. Soares et al. (2006) observaram que a inoculação com as estirpes BR3302 e BR3301 contribuíram, de forma significativa, para o aumento do rendimento de grãos da cultivar BR 14 Mulato em Perdões -MG. Costa et al. (2011) ao avaliarem a cultivar BR 17 Gurguéia no estado do Piauí inoculado com diferentes estirpes fixadoras de N₂, entre elas BR3301, BR3302 e BR3267, observaram maior produção de grãos quando foi submetido ao tratamento com a BR3301.

No estado do Tocantins, o feijão-caupi apresenta grande importância social e econômica; seu cultivo é realizado, principalmente, por agricultores familiares, que o faz com baixo nível tecnológico. Entretanto, tecnologias simples como o uso de bactérias fixadoras de nitrogênio poderiam trazer benefícios a esses produtores, como incremento na produção conforme os estudos demonstrados por Gualter et al. (2011), Costa et al. (2011), Chagas Junior et al. (2010) e Soares et al. (2006). Entretanto, há uma enorme carência de pesquisa, no Tocantins, que mostre quais estirpes fixadoras de nitrogênio são mais eficientes e indicadas para esse Estado.

Nesse contexto, objetivou-se com este trabalho avaliar o efeito da inoculação de estirpes de bactérias fixadoras de nitrogênio no feijão-caupi nas condições edafoclimáticas da região sul do Estado do Tocantins.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no ano agrícola 2007/2008 a 11° 43'S e 49° 04'W e altitude de 280 m. O clima, local segundo o método de Thornthwaite, é do tipo Aw (úmido com moderada deficiência hídrica). A precipitação total registrada no período de condução do experimento foi de 957 mm (Tabela 1).

O solo foi caracterizado como Latossolo Vermelho Amarelo Distrófico (Embrapa, 2006), textura média apresentando as seguintes características químicas e físicas pH = 5,3; Al = 0,35 cmol_c dm⁻³; Ca²⁺ + Mg²⁺ = 2,88 cmol_c dm⁻³; K⁺ = 0,04 cmol_c dm⁻³; P = 13,9 mg dm⁻³; matéria orgânica = 18,2 g dm⁻³; areia = 639,0 g kg⁻¹; silte = 38,0 g kg⁻¹; argila = 323 g kg⁻¹.

O delineamento experimental adotado foi o de blocos casualizados com sete tratamentos e quatro

repetições. Foram testados cinco inóculos de diferentes estirpes de bactérias fixadoras de nitrogênio, sem adubação química, sendo estes: BR3301 e BR3302 (oriundas da coleção de culturas do Laboratório de Microbiologia do Solo da Universidade Federal de Lavras); BR3262, BR3267 e BR3299 (provenientes da coleção de cultura da Embrapa Agrobiologia); mais dois controles, um com adubação NPK com 25 kg de N ha⁻¹ (fonte uréia), 100 kg de P₂O₅ ha⁻¹ (fonte superfosfato simples) e 69 kg de K₂O ha⁻¹ (fonte cloreto de potássio) segundo a recomendação de Freire Filho et al. (2005) para a cultura e uma testemunha, sem adubação e sem inoculação, a fim de simular a prática mais comum de cultivo do caupi adotada pela maioria dos produtores da região.

A cultivar de feijão-caupi estudada foi a Vinagre, que apresenta ciclo médio, porte prostrado, hábito de crescimento indeterminado e grãos de cor vermelha, e que possui grande valor econômico e cultural no Estado do Tocantins, sendo cultivada principalmente na agricultura familiar.

Cada unidade experimental foi composta por cinco linhas de quatro metros de comprimento, espaçadas de 0,8 m entre linhas e 0,10 m entre plantas. Para as análises realizadas aos 35 e 55 dias após a emergência (DAE) foi considerada como parcela útil a segunda fileira a qual foi subdividida em duas subparcelas para amostragem. Para produtividade adotou-se como parcela útil a quarta fileira.

O preparo do solo foi realizado de forma convencional, com uma aração e duas gradagens. O experimento foi implantado em 20 de dezembro de 2007. No momento da semeadura as sementes foram inoculadas com as estirpes referentes aos tratamentos propostos na dose de 500 g de inoculante para 50 kg de sementes. Os inóculos foram fornecidos em turfa na concentração mínima de rizóbio na ordem de 10⁹ células g⁻¹ de inoculante. Foram semeadas 15 sementes por metro linear, sendo realizado o desbaste aos 15 DAE, com objetivo de obter 10 plantas por metro. Os demais tratamentos culturais foram os normalmente aplicados à cultura do caupi.

As variáveis avaliadas aos 35 e 55 DAE foram: número de nódulos (NN), média obtida pela contagem direta dos nódulos de cinco plantas; massa seca dos nódulos (MSN) e massa seca da parte aérea (MSPA), ambas foram obtidas pela média de cinco plantas, onde a parte aérea e os nódulos foram ensacados individualmente (sacos

de papel), identificados e colocados em estufa de ventilação forçada a 70 °C ± 5 durante 72 horas, até atingirem peso constante e, pesados em balança de precisão para determinar a massa seca. A eficiência relativa (ER) foi calculada segundo a equação:

$$ER (\%) = \frac{MSPA}{MSPA (Adução)} * 100$$

Onde: ER = relação entre o rendimento de massa seca da parte aérea de cada tratamento e o controle com adubação completa, em percentual; MSPA = massa seca da parte aérea de cada tratamento; MSPA (Adução) massa seca da parte aérea do tratamento com adubação completa.

No final do ciclo da cultura foram avaliadas as seguintes variáveis: número de vagens por planta (NVP), média obtida pela contagem direta das vagens de cinco plantas; massa de vagem por planta (MVP), média obtida pela massa de vagens de cinco plantas (umidade 13%) e rendimento de grãos (RG), média da parcela útil determinado após a trilhagem das vagens, com posterior correção da umidade dos grãos para 13%.

Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F a 5% de probabilidade. Quando constatado efeito significativo dos tratamentos, as médias foram agrupadas pelo teste de Scott-Knott,

a 5% de probabilidade. A associação entre as médias foi avaliada por meio de correlação de Pearson. As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do programa estatístico SPSS versão 15.0 (IBM).

Tabela 1. Valores mensais para precipitação pluvial (mm) ocorridos durante o período de 20 de dezembro de 2007 a 25 de março de 2008, Gurupi, TO.

Mês	Precipitação (mm)
Dezembro	87
Janeiro	240
Fevereiro	314
Março	316
Total	957

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos, aos 35 DAE, para número e massa de nódulos por planta, massa seca da parte aérea e eficiência relativa encontram-se na Tabela 2. Verificou-se cinco grupos significativos para NN nesse período. As plantas inoculadas com a estirpe BR3302 obtiveram maiores valores para essa variável, sendo entretanto 48% superior a BR3299 pertencente ao grupo com resultados inferiores para NN.

Tabela 2. Valores médios do número de nódulos por planta (NN), massa seca de nódulos por planta (MSN), massa seca da parte aérea da planta (MSPA) e eficiência relativa (ER) de feijão-caupi - cv. Vinagre - aos 35 dias após a emergência, em resposta a diferentes estirpes de bactérias fixadoras de nitrogênio em Gurupi, TO, safra 2007/2008.

Tratamentos	NN	MSN	MSPA	ER
	(n° / planta)	(g / planta)		(%)
	35 DAE			
Testemunha	35 c	0,22 b	11,0 b	178 b
Adução	30 d	0,27 b	6,1 c	100 c
BR3299	22 e	0,15 c	6,0 c	96 c
BR3267	34 c	0,17 c	6,0 c	95 c
BR3262	38 b	0,10 d	6,5 c	106 c
BR3302	62 a	0,34 a	10,1 b	165 b
BR3301	30 d	0,26 b	13,0 a	210 a
CV(%)	5,98	14,49	7,8	7,8

Médias seguidas da mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a $P \leq 0,05$.

Quanto à massa seca dos nódulos, aos 35 DAE, verificou-se quatro grupos significativos e a estirpe BR3302 apresentou maior MSN, seguindo a mesma tendência do NN. Em contrapartida a estirpe BR3262 apresentou menores valores para

essa característica, sendo significativamente inferior aos demais tratamentos.

Esses resultados corroboram aos de Soares et al. (2006), ao estudarem a eficiência agrônômica de rizóbios em feijão-caupi em Perdões – MG, onde verificaram valores superiores no NN para a estirpe

BR3302. Chagas Junior et al. (2010) encontraram para a cv. Vinagre, em solo de Gurupi – TO, maior MSN para as estirpes BR3302, BR3301 e BR3299. Assim apenas a estirpe BR3202 apresentou a mesma tendência verificada por esses autores, neste trabalho.

Quanto à massa seca da parte aérea e eficiência relativa, aos 35 DAE, ambas apresentaram três grupos significativos nos quais foram englobados os mesmos tratamentos (Tabela 2). A estirpe BR3301 proporcionou maiores valores para MSPA e ER, seguido do grupo composto pela testemunha e BR3302. Esta semelhança de acúmulo de MSPA entre a testemunha e a estirpe BR3302, possivelmente, ocorreu pela capacidade do feijão-caupi em nodular com diversas espécies de

bactérias do grupo rizóbio, especialmente do gênero *Bradyrhizobium*, *Rhizobium* e *Sinorhizobium* (Chagas Junior et al., 2010; Zilli et al., 2006). Segundo Xavier et al. (2006) esta característica, apesar de representar uma vantagem ecológica para a adaptação deste vegetal, é um fator que limita o uso de inoculantes em sistemas agrícolas. Isto porque normalmente a cultura apresenta baixa especificidade de nodulação.

Na Tabela 3 encontram-se os resultados do número e massa seca de nódulos, massa seca da parte aérea e eficiência relativa obtida aos 55 DAE. Observou-se para NN seis grupos significativos, onde a estirpe BR3267 integrou o grupo que apresentou valores superiores, sendo entretanto, 72% superior a testemunha.

Tabela 3. Valores médios de número de nódulos por planta (NN), massa seca de nódulos por planta (MSN), massa seca da parte aérea da planta (MSPA) e eficiência relativa (ER) de feijão-caupi – cv. Vinagre - aos 55 dias após a emergência, em resposta a diferentes estirpes de bactérias fixadoras de nitrogênio em Gurupi, TO, safra 2007/2008.

Tratamentos	NN	MSN		MSPA	ER (%)
		(g / planta)			
55 DAE					
Testemunha	10 f	0,02 d		19,6 f	54 f
Adubação	20 d	0,06 c		36,2 a	100 a
BR3299	25 c	0,06 c		23,0 e	64 e
BR3267	36 a	0,12 b		13,0 g	36 g
BR3262	15 e	0,03 d		31,0 b	85 b
BR3302	34 b	0,14 a		26,3 d	73 d
BR3301	15 e	0,04 d		28,4 c	79 c
CV(%)	5,98	19,15		4,09	4,1

Médias seguidas da mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a $P \leq 0,05$.

A maior MSN, obtida aos 55 DAE, continuou sendo das plantas inoculadas com a estirpe BR3302, possivelmente, por apresentarem nódulos bem desenvolvidos, formados desde os 35 DAE. Quanto à MSPA e a ER, os tratamentos formaram sete grupos significativos e o que recebeu adubação foi 46% superior em relação à testemunha tanto para MSPA, quanto para ER. Embora a estirpe BR3262 tenha apresentado resultados inferiores para MSPA e ER à realizada com adubação a mesma apresentou resultados promissores, para essas características, sendo 37% superior à testemunha.

Os resultados desta pesquisa divergem dos obtidos por Zilli et al. (2009) ao realizarem um trabalho com caupi, em área de cerrado em Boa Vista-RR, onde observaram que a estirpe BR3262

proporcionou maior MSPA e NN, sendo superior aos tratamentos realizados com adubação. Por outro lado, a estirpe BR3262 tendeu a apresentar resultados promissores como os observados por Gualter et al. (2008) em experimento com feijão-caupi no estado do Maranhão, onde encontraram maior incremento de MSPA no tratamento com inoculação da estirpe BR3262.

Na Tabela 4 estão expostos os valores das variáveis: número e massa de vagens por planta e rendimento de grãos. Observou-se a formação de dois grupos significativos para NVP, sendo que o primeiro foi composto pela Testemunha, Adubação, BR3299 e BR3267, apresentando média de 11 vagens por planta e o segundo grupo apresentou uma média de nove vagens por planta.

Tabela 4. Valores médios de número de vagens por planta (NVP), massa de vagem por planta (MVP) e rendimento de grãos (RG) na cultura do feijão-caupi – cv. Vinagre - em resposta a diferentes estirpes de bactérias fixadoras de nitrogênio em Gurupi, TO, safra 2007/2008.

Tratamentos	NVP	MVP (g planta ⁻¹)	RG (kg ha ⁻¹)
Testemunha	11 a	20,7 b	1836 a
Adubação	12 a	24,7 a	1739 a
BR3299	10 a	20,0 b	1306 d
BR3267	10 a	20,1 b	1610 b
BR3262	8 b	17,6 c	1462 c
BR3302	8 b	17,9 c	1310 d
BR3301	8 b	18,0 c	1190 d
CV(%)	9	4,9	7,37

Médias seguidas da mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a $P \leq 0,05$.

Verificou-se para MVP que os tratamentos foram agrupados em três grupos significativos (Tabela 4), sendo que o maior valor foi obtido para o tratamento com Adubação o qual foi superior em média 28% ao grupo com resultados inferiores para mesma característica.

Pode-se observar para RG a formação de quatro grupos significativos, onde a Testemunha e o tratamento com Adubação integraram o grupo com melhores resultados com uma média de 1788 kg ha⁻¹. Esse grupo foi em média 10, 18 e 28% superior aos grupos BR3267; BR3262 e ao grupo BR3299, BR3302 e BR3301, respectivamente. Esses resultados, possivelmente, tenham ocorrido devido ao baixo grau de especificidade das bactérias fixadoras de nitrogênio com a cultivar estudada.

Resultados semelhantes foram observados por Xavier et al. (2006), ao avaliarem a nodulação de estirpes de *Bradyrhizobium* spp. em feijão-caupi comparando-as com as bactérias nativas de solo. Estes autores observaram que, embora a concentração das bactérias no inoculante seja de 10⁹ células mL⁻¹, as estirpes podem não apresentar diferenças em relação às bactérias nativas na nodulação. Isso ocorre não somente pela densidade de células no inoculante para promover a nodulação satisfatória, mas também pela interferência dos fatores ambientais e do solo, bem como a capacidade de sobrevivência dessas estirpes nesses ambientes (Zilli et al., 2004).

Vale ressaltar que as bactérias fixadoras de nitrogênio testadas foram isoladas em condições edafoclimáticas diferentes das de Gurupi – TO. Segundo Freire Filho et al. (2005) o processo que determina o sucesso de uma estirpe em ocupar a maioria dos sítios de nodulação ao longo das

raízes de uma leguminosa se deve tanto as variáveis ambientais quanto as características intrínsecas da estirpe.

Na Tabela 4 pode-se ainda observar que as estirpes BR3302 e BR3301, apresentaram menor RG, contrariando os resultados encontrados por Soares et al. (2006) e Chagas Junior et al. (2010) que, quando utilizaram essas duas estirpes, obtiveram resultados superiores a testemunha adubada com nitrogênio.

Dentre as estirpes estudadas, no presente estudo, a BR3267 foi a que apresentou maior RG com 1610 kg ha⁻¹. Essa estirpe foi isolada em um solo do semi-árido nordestino (Martins et al., 1997), sendo reconhecida pelo MAPA em 2006 como microorganismo autorizado para a produção de inoculantes no Brasil para feijão-caupi. Em experimento de campo Martins et al. (2003) observaram que essa estirpe proporcionou produtividade semelhante à testemunha nitrogenada, em áreas de sequeiro com baixo aporte de fertilizantes.

Apesar de ter ocorrido correlação positiva e significativa entre a MSPA aos 35 DAE com a MSN aos 35 DAE (0,52**) (Tabela 5), o RG apresentou correlação positiva e significativa apenas com as NVP (0,69**) e MVP (0,65**), indicando assim, que estas variáveis foram as que tiveram maior influência no rendimento da cultura.

Tabela 5. Coeficiente de correlação de Pearson entre as variáveis; número de nódulos por planta aos 35 DAE (NN35) e 55 DAE (NN55), massa seca de nódulos por planta aos 35 DAE (MSN35) e 55 DAE (MSN55), massa seca da parte aérea da planta aos 35 DAE (MSPA35) e 55 DAE (MSPA55), número de vagens por planta (NVP), massa de vagens por planta (MVP) e rendimento de grãos (RG) de feijão-caupi – cv. Vinagre - em resposta a diferentes estirpes de bactérias fixadoras de nitrogênio em Gurupi, TO, safra 2007/2008. .

	NN35	NN55	MSN35	MSN55	MSPA35	MSPA55	NVP	MVP	RG
NN35	1	0,38*	0,50**	0,21	0,29	0,05	-0,27	-0,39*	-0,14
NN55		1	0,18	0,24	-0,37*	-0,38*	-0,01	-0,06	-0,22
MSN35			1	0,31	0,52**	0,19	0,11	0,16	-0,07
MSN55				1	0,21	-0,05	-0,33	-0,25	-0,40*
MSPA35					1	0,03	-0,36	-0,37*	-0,22
MSPA55						1	-0,01	0,19	-0,14
NVP							1	0,89**	0,69**
MVP								1	0,65**
RG									1

* significativo ao nível de $P \leq 0,05$

** significativo ao nível de $P \leq 0,01$

Variáveis relacionadas com número e massa de nódulos são critérios frequentemente utilizados para avaliação da simbiose entre rizóbios e leguminosas (Xavier et al., 2006). Estas características fazem parte, inclusive, do protocolo para avaliação da eficiência agrônômica de estirpes no Brasil pela Rede de Laboratórios para Recomendação, Padronização e Difusão de Tecnologia de Inoculantes Microbianos de Interesse Agrícola (RELARE, 2012), daí a grande importância de serem avaliadas numa pesquisa que envolve a FBN na cultura.

O feijão-caupi, entretanto, pode responder aos diferentes estímulos do meio ambiente mudando a sua partição de matéria seca ao longo do ciclo, como resposta fisiológica para garantir a produtividade de grãos (Borges et al., 2012; Santos et al., 2011; Praxedes et al., 2009; Silva et al., 2009; Subramaniam e Maheswari, 1992). Desta forma os resultados aqui encontrados indicam a necessidade de estudos para isolamento de estirpes locais mais competitivas e eficientes na FBN para a região de Cerrado no Tocantins.

CONCLUSÕES

A estirpe BR3302 apresentou maior MSN aos 35 e 55 DAE.

A Testemunha e o tratamento com Aducação promoveram maior RG no feijão-caupi cv Vinagre.

O NVP e a MVP foram as variáveis que mais influenciaram no RG no feijão-caupi cv Vinagre.

REFERÊNCIAS

- BORGES, P. R. S.; SABOYA, R. DE C. C.; SABOYA, L. M. F. S.; SANTOS, E. R.; SOUZA, S. E. Distribuição de massa seca e rendimento de feijão-caupi inoculadas com rizóbio em Gurupi, TO. *Revista Caatinga*, v. 25, n. 1, p. 37-44, 2012
- CHAGAS JUNIOR, A. F.; RAHMEIER, R.; FIDELIS, R. R.; SANTOS, G. R. DOS; CHAGAS, L. F. B. Eficiência agrônômica de estirpes de rizóbio inoculadas em feijão-caupi no Cerrado, Gurupi-TO. *Revista Ciência Agrônômica*, v. 41, n. 4, p. 709-714, 2010.
- COSTA, E. M.; NÓBREGA, R. S. A.; MARTINS, L. DE V.; AMARAL, F. H. C.; MOREIRA, F. M. DE S. Nodulação e produtividade de *Vigna unguiculata* (L.) Walp. por cepas de rizóbio em Bom Jesus, PI. *Revista Ciência Agrônômica*, v. 42, n. 1, p. 1-7, 2011.
- FREIRE FILHO, F. R.; LIMA, J. A. DE A.; RIBEIRO, V. Q. Feijão-caupi: avanços tecnológicos. Brasília: *Embrapa Informação Tecnológica*, p. 519, 2005.

- GUALTER, R. M. R.; BODDEY, R. M.; RUMJANEK, N. G.; FREITAS, A. C. R. DE; XAVIER, G. R. Eficiência agrônômica de estirpes de rizóbio em feijão-caupi cultivado na região da Pré-Amazônia Maranhense. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, n. 3, p. 303-308, 2011.
- GUALTER, R. M. R.; LEITE, L. F. C.; ARAÚJO, A. S. F. DE; ALCÂNTARA, R. M. C. M. DE; COSTA, D. B. Inoculação e adubação mineral em feijão-caupi: efeitos na nodulação, crescimento e produtividade. **Scientia Agraria**, v. 9, n. 4, p. 469-474, 2008.
- MARTINS, L. M.; XAVIER, G. R.; RANGEL, F. W.; RIBEIRO, J. R. A.; NEVES, M. C. P.; MORGADO, L. B.; RUMJANEK, N. G. Contribution of biological nitrogen fixation to cowpea: a strategy for improving grain yield in the semi-arid region of Brazil. **Biology and Fertility of Soil**, v. 38, n. 6, p. 333-339, 2003.
- MARTINS, L. M. V.; RUMJANEK, N. G.; NEVES, M. C. P. Growth characteristics and symbiotic efficiency of rhizobia isolated from cowpea nodules of the North-East Region of Brazil. **Soil Biology & Biochemistry**, v. 29, n. 5-6, p. 1005-1010, 1997.
- MOREIRA, F. M. S. Bactérias fixadoras de nitrogênio que nodulam Leguminosae. In: MOREIRA, F. M. S.; Siqueira, J. O.; Brussaard, L. (Ed.). **Biodiversidade do solo em ecossistemas brasileiros**. Lavras: UFLA, p. 621-680, 2008.
- PRAXEDES, S. C.; FERREIRA, T. M.; FILHO, E. G. Acúmulo de prolina e aminoácidos em cultivares de feijão caupi com tolerância diferencial à salinidade. **Revista Caatinga**, v. 22, n. 3, p. 211-214, 2009.
- RELARE. **Rede de laboratórios para recomendação, padronização e difusão de tecnologia de inoculantes microbianos de interesse agrícola**. Disponível em: <http://www.relare.org.br>. Acesso em: janeiro. 2012.
- SANTOS, H. G. DOS; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. DOS; OLIVEIRA, V. A. DE; OLIVEIRA, J. B. DE; COELHO, M. R.; LUMBRERAS, J. F.; CUNHA, T. J. F. (Ed.). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2 ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, p. 306, 2006.
- SANTOS, E. R. DOS; BORGES, P. R. S.; SIEBENEICHLER, S. C.; CERQUEIRA, A. P. DE; PEREIRA, P. R. Crescimento e teores de pigmentos foliares em feijão-caupi cultivado sob dois ambientes de luminosidade. **Revista Caatinga**, v. 24, n. 4, p. 14-19, 2011.
- SILVA, A. R. DA; SOUSA, S. A. DE; SOUZA, D. J. DE A. T.; LEMOS, A. S.; COLLIER, L. S. Fertilidade do solo em agrofloresta após sucessão leguminosas: Consórcio mandioca e caupi, no Sul do Tocantins. **Journal of Biotechnology and Biodiversity**, v. 2, n. 2, p. 44-51, 2011.
- SILVA, F. E. O. DA; MARACAJA, P. B.; MEDEIROS, J. F. DE; OLIVEIRA, M. K. T. Desenvolvimento vegetativo do feijão caupi irrigado com água salina em casa de vegetação. **Revista Caatinga**, v. 22, n. 3, p. 156-159, 2009.
- SOARES, A. L. DE L.; FERREIRA, P. A. A.; PERERIRA, J. P. A. R.; VALE, H. M. M. DO; LIMA, A. S.; ANDRADE, M. J. B. DE; MOREIRA, M. S. Eficiência agrônômica de rizóbios selecionados e diversidade de populações nativas nodulíferas em Perdões (MG). I – caupi. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v. 30, n. 5, p. 803-811, 2006.
- SUBRAMANIAN, V. B.; MAHESWARI, M. Compensatory growth-responses during reproductive phase of cowpea after relief of water-stress. **Journal of agronomy and crop science-zeitschrift fur acker und pflanzenbau**, v. 168, n. 2, p. 85-90, 1992.
- TEÓFILO, E. M.; DUTRA, S. A.; PITIMBEIRA, J. B.; DIAS, F. T. C.; BARBOSA, F. S. Potencial fisiológicos de sementes de feijão caupi produzidas em duas regiões do estado do Ceará. **Revista Ciência Agronômica**, v. 39, n. 3, p. 443-448, 2008.
- XAVIER, G. R.; MARTINS, L. M. V.; RIBEIRO, J. R. DE A.; RUMJANEK, N. G. Especificidade simbiótica entre rizóbios e acessos de feijão-caupi de diferentes nacionalidades. **Revista Caatinga**, v. 19, n. 1, p. 25-33, 2006.
- ZILLI, J. É.; VALISHESKI, R. R.; FREIRE FILHO, F. R.; NEVES, M. C. P.; RUMJANEK, N. G. Assessment of cowpea rhizobium diversity in Cerrado areas of northeastern Brazil. **Brazilian Journal of Microbiology**, v. 35, n. 4, p. 281-287, 2004.
- ZILLI, J. E.; MARSON, L. C.; MARSON, B. F.; RUMJANEK, N. G.; XAVIER, G. R. Contribuição de estirpes de rizóbio para o desenvolvimento e produtividade de grãos de feijão-caupi em Roraima. **Acta Amazonica**, v. 39, n. 4, p. 749-758, 2009.
- ZILLI, J. E.; VALICHESKI, R. R.; RUMJANEK, N. G.; SIMÕES-ARAÚJO, J. L.; FREIRE FILHO, F. R.; NEVES, M. C. P. Eficiência simbiótica de estirpes de *Bradyrhizobium* isoladas de solo do Cerrado em caupi. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, n. 5, p. 811-818, 2006.

Recibido: 20/06/2012
Received: 06/20/2012

Aprovado: 04/01/2013
Approved: 01/04/2013