

DISTRIBUIÇÃO DE MASSA SECA E RENDIMENTO DE FEIJÃO-CAUPI INOCULADAS COM RIZÓBIO EM GURUPI, TO¹

PAULO ROGÉRIO SIRIANO BORGES^{2*}, RITA DE CÁSSIA CUNHA SABOYA³, LUCIANO MARCELO FALLÉ SABOYA⁴, ELONHA RODRIGUES DOS SANTOS⁵, SHARA EMANUELLA ALVES DE SOUZA⁶

RESUMO - O feijão-caupi apresenta capacidade de nodular-se com estirpes de rizóbio, entretanto, essa nodulação depende da especificidade do cultivar e da capacidade das estirpes em concorrerem com espécies nativas. Objetivou-se com este estudo avaliar a contribuição de diferentes estirpes de rizóbio na distribuição de massa seca e rendimento de grãos em plantas de feijão-caupi, cultivadas em área de cerrado no estado do Tocantins. O experimento foi conduzido na safra 2007/2008 em área de cerrado em Gurupi, TO. Foram testados cinco tratamentos com as estirpes BR3301, BR3302, BR3267, BR3299 e BR3262 e um tratamento como testemunha (sem inoculação e adubação). Foram realizadas coletas de plantas aos 15, 25, 35, 45, 55 e 65 dias após a emergência (DAE) para a determinação da distribuição de massa seca de folhas, caules, flores e vagens e a razão de peso das partes vegetais. O rendimento de grãos foi determinado na colheita à medida que os grãos atingiam umidade de 13%. Foi estabelecido o coeficiente de correlação de Pearson das variáveis. Os tratamentos com testemunha e BR3299 promoveram maior massa seca de plantas aos 65 DAE. O maior rendimento de grãos foi obtido pela testemunha e BR3267. Um estudo mais aprofundado se faz necessário sobre a seleção de estirpes de bactérias fixadoras de nitrogênio em feijão-caupi em várias condições de solo e clima do Estado de Tocantins.

Palavras-chave: *Vigna unguiculata*. Cerrado. Tocantins. Estirpes. Fixação N₂.

DRY MASS PARTITIONING AND GRAIN YIELD OF COWPEA PLANTS INOCULATED WITH RHIZOBIA IN GURUPI, TO

ABSTRACT - The aim of this paper was to evaluate the contribution of different strains of rhizobia in the distribution of dry material and grain yield in cowpea plants, grown in cerrado in the state of Tocantins. The experiment was conducted in 2007/2008 season in cerrado in Gurupi, TO. Five treatments were studied with strains BR3301, BR3302, BR3267, BR3299 and BR3262 and treatment as a control (no inoculation and fertilizer). Plants were collected at 15, 25, 35, 45, 55 and 65 days after emergence (DAE) to determine the distribution of dry mass of leaves, stems, flowers and pods and the weight ratio of plant parts. Grain yield was determined at harvest as grain moisture reached 13%. We established the Pearson correlation coefficient of variables. The witness and BR3299 treatments promoted greater dry mass of plants at 65 DAE. The highest yield was obtained by the witness and BR3267. Further study is needed on the selection of strains of nitrogen-fixing bacteria in cowpea under various soil and climate in the state of Tocantins.

Keywords: *Vigna unguiculata*. Cerrado. Tocantins. Strains. N₂ Fixation.

*Autor para correspondência.

¹Recebido para publicação em 04/02/2011; aceito em 27/08/2011.

²Departamento de Ciência dos Alimentos, UFLA, Caixa Postal 3037, 37200-000, Lavras – MG; paulosiriano@gmail.com

³Eng^a. Agrônoma, Pesquisadora da Embrapa Cerrados, Caixa Postal 08223, 70910-900, Brasília – DF; cassia@cpac.embrapa.br

⁴Departamento de Irrigação, CUG/UFT, Caixa Postal 66, 77402-970, Gurupi – TO; saboya@uft.edu.br

⁵Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade de Brasília - UnB, Caixa Postal 4508, 70910-900, Brasília – DF; elonharodrigues@yahoo.com.br

⁶Agrônoma, Universidade Federal do Tocantins, CUG/UFT, Caixa Postal 66, 77402-970, Gurupi – TO; shara.agro@hotmail.com

INTRODUÇÃO

O feijão-caupi (*Vigna unguiculata* L. Walp.), também conhecido como feijão macassar, feijão trepa-pau ou feijão-de-corda, tem grande importância na alimentação básica da população, principalmente nas regiões norte e nordeste do Brasil, além de países africanos e asiáticos. 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 (SOARES et al., 2006).

O caupi apresenta capacidade de nodular e estabelecer simbiose com diversas espécies de bactérias do grupo rizóbio, incluindo os gêneros *Azorhizobium*, *Burkholderia*, *Bradyrhizobium*, *Mesorhizobium*, *Rhizobium*, *Sinorhizobium*, entre outros (MOREIRA, 2008). Apesar de esta 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 CHAGAS JUNIOR et al., 2010).

Recentemente, vários estudos foram realizados testando a eficiência agrônômica de diferentes estipes de rizóbio quanto a fixação biológica de nitrogênio, com o objetivo de aumentar a produtividade do feijão-caupi e reduzir os custos de produção (SOARES et al., 2006; CHAGAS JUNIOR et al., 2010; COSTA et al., 2011; GUALTER et al., 2011). Entretanto, resultados divergentes foram obtidos em diferentes trabalhos, pois a eficiência dessas bactérias depende tanto do cultivar testado, quanto da região de cultivo.

Diante dos resultados pode-se observar a complexidade das bactérias fixadoras de N_2 na cultura do feijão-caupi. Para Zilli et al. (2006) o feijão-caupi apresenta baixa especificidade a associação com estirpes de rizóbio e a resposta a estas estirpes no campo pode estar relacionada a cada cultivar. Para Figueiredo et al. (2002) existe uma grande diversidade de espécies nativas de bactérias fixadoras de N_2 , 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 N_2 na leguminosa alvo.

A distribuição de massa seca na planta é uma variável que permite discutir um processo pouco estudado, que é a translocação de fotoassimilados, e que em muitos casos facilitam a compreensão da resposta das plantas em termos de produtividade (BENINCASA, 2003). As bactérias fixadoras de N_2 podem contribuir de forma significativa com maior fixação de nitrogênio na planta e, conseqüentemente, com aumento de massa seca da planta como pode ser observado no trabalho realizado por Gualter et al.

(2011).

Entretanto, estudos que avaliem a distribuição de massa seca nas plantas de feijão-caupi inoculadas com diferentes estirpes de bactérias fixadoras de N_2 ainda são incipientes. Esse fator, possivelmente, poderia auxiliar na compreensão quanto à fixação de massa seca e translocação de fotoassimilados para os grãos, indicando assim, quais estirpes são mais eficientes. Nesse contexto, objetivou-se com este trabalho avaliar a influência da fixação biológica de nitrogênio promovida por diferentes estirpes de bactérias fixadoras de N_2 , na distribuição de massa seca e no rendimento de grãos do feijão-caupi em área de cerrado no estado do Tocantins.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no ano agrícola 2007/2008, na Universidade Federal do Tocantins, Campus Universitário de Gurupi, Estado do Tocantins, localizada a $11^{\circ} 43'$ de latitude Sul e $49^{\circ} 04'$ de longitude Oeste e altitude de 280 m. O clima local, segundo o método de Thornthwaite, é do tipo Aw, (clima úmido com moderada deficiência hídrica). A precipitação total registrada no período de condução do experimento foi de 1.127 mm (Tabela 1).

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

Mês	Precipitação (mm)
Dez	257
Jan	240
Fev	314
Mar	316
Total	1127

O solo foi caracterizado como Latossolo vermelho amarelo distrófico, textura média. As análises para as características químicas e físicas do solo foram amostradas de 0 a 20 cm de profundidade e determinadas no laboratório de solos da Universidade Federal do Tocantins, seguindo os métodos descritos pela Embrapa (1997) pH = 5,3 em água; Al = $0,35 \text{ cmol}_e \text{ dm}^{-3}$; $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+} = 2,88 \text{ cmol}_e \text{ dm}^{-3}$; $\text{K}^+ = 0,04 \text{ cmol}_e \text{ dm}^{-3}$; P = $13,9 \text{ mg dm}^{-3}$; matéria orgânica = $18,2 \text{ g dm}^{-3}$; areia = $622,0 \text{ g kg}^{-1}$; silte = $37,0 \text{ g kg}^{-1}$; argila = 314 g kg^{-1} .

O delineamento experimental adotado foi o de blocos casualizados com seis tratamentos e quatro repetições. Foram testados cinco tratamentos com inoculação de diferentes estirpes de bactérias fixadoras de nitrogênio pertencentes ao gênero *Bradyrhizobium* sendo: BR3301 e BR3302 (oriundas da coleção

Tabela 2. Massa seca de plantas de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* L. Walp.) cv. Vinagre, em seis épocas de avaliação, inoculadas com diferentes estirpes de bactéria fixadora de nitrogênio em Gurupi, TO, safra 2007/2008.

Tratamentos	Avaliações					
	15 DAE	25 DAE	35 DAE	45 DAE	55 DAE	65 DAE
Massa seca de folhas (g)						
Testemunha	0,30 c	2,27 a	5,74 a	6,37 c	14,05 a	7,17 a
BR3299	0,61 a	1,53 c	3,99 b	7,64 b	9,35 c	5,65 c
BR3267	0,37 b	1,61 bc	3,52 bc	7,79 b	11,09 b	2,71 d
BR3262	0,23 d	0,60 d	2,55 d	9,55 a	11,10 b	6,32 b
BR3302	0,41 b	1,59 bc	3,20 cd	6,40 c	12,88 a	6,51 b
BR3301	0,27 b	1,70 b	3,31 bc	4,83 d	8,34 c	6,45 b
CV%	5,27	5,66	8,12	6,56	6,55	4,30
Massa seca do caule (g)						
Testemunha	0,14 c	1,11 a	5,78 a	16,69 a	8,11 c	18,50 a
BR3299	0,27 a	1,12 a	2,59 b	8,89 c	14,53 a	18,58 a
BR3267	0,13 cd	0,71 c	2,30 b	5,92 d	14,16 a	7,60 c
BR3262	0,09 e	0,71 c	1,55 c	12,38 b	15,05 a	10,76 b
BR3302	0,18 b	0,63 c	2,40 b	16,18 a	12,55 b	12,72 b
BR3301					12,67 b	
	0,11 de	0,87 b	2,50 b	8,43 c		11,17 b
CV%	7,84	6,14	8,04	4,35	4,37	7,56
Massa seca das flores (g)						
Testemunha	-	-	0,11 b	0,33 a	0,24 c	0,37 b
BR3299	-	-	0,11 b	0,25 b	0,36 b	0,74 a
BR3267	-	-	0,12 b	0,34 a	0,23 c	0,22 d
BR3262	-	-	0,14 a	0,15 c	0,45 a	0,37 b
BR3302	-	-	0,05 d	0,24 b	0,35 b	0,23 d
BR3301	-	-	0,07 c	0,31 a	0,19 d	0,30 c
CV%	-	-	7,69	5,48	4,73	2,28
Massa seca de vagens (g)						
Testemunha	-	-	-	-	-	0,23 e
BR3299	-	-	-	-	-	2,45 d
BR3267	-	-	-	-	-	3,90 a
BR3262	-	-	-	-	-	2,69 c
BR3302	-	-	-	-	-	3,67 b
BR3301	-	-	-	-	-	0,23 e
CV%	-	-	-	-	-	4,48
Massa seca total (g)						
Testemunha	0,44 bc	3,38 a	11,63 a	23,39 a	22,40 a	26,27 a
BR3299	0,88 a	2,65 b	6,69 b	16,78 ab	24,24 a	27,42 a
BR3267	0,50 b	2,32 b	5,94 b	14,05 b	25,48 a	14,43 d
BR3262	0,32 c	1,31 c	4,24 c	22,08 a	26,60 a	20,14 b
BR3302	0,59 b	2,22 b	5,65 b	22,82 a	25,78 a	23,13 b
BR3301	0,38 c	2,57 b	5,88 b	13,57 b	21,20 a	18,15 c
CV%	5,8	4,5	8,2	7,9	12,7	6,3

Valores seguidos das mesmas letras minúsculas na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

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) e uma testemunha, sem adubação nitrogenada e sem inoculação.

Utilizou-se a cultivar de feijão-caupi 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.

A unidade experimental foi composta por cinco linhas de 4,0 metros de comprimento, espaçadas de 0,8 m entre linhas e 0,10 m entre plantas, sendo que a segunda fileira foi subdividida para a realização de seis amostragens. Para a produtividade foi adotada como parcela útil a quarta fileira.

O preparo do solo foi realizado de forma convencional, com uma aração e duas gradagens. A semeadura ocorreu em 20/12/2007, sendo as sementes previamente inoculadas com as estirpes referentes aos tratamentos propostos na dose de 500 g de inoculante para 50 kg de sementes. Os inoculantes foram fornecidos em veículo turfoso e concentração mínima de rizóbio na ordem de 109 células g⁻¹ de inoculantes. Foram semeadas 15 sementes por metro linear e aos 15 dias após a emergência (DAE) realizou-se o desbaste. Os demais tratamentos culturais foram os normalmente aplicados à cultura.

Para a determinação da massa seca foram coletadas cinco plantas de cada parcela aos 15, 25, 35, 45, 55 e 65 DAE. A parte aérea das plantas foi dividida em: folhas, caules, flores e vagens, e secas em estufa de ventilação forçada a 70 °C até atingir massa constante. Em seguida foram pesadas para obtenção de massa seca. Para a determinação de rendimento de grãos, foram realizadas colheitas à medida que os grãos atingiam a umidade de 13%.

As médias das variáveis foram testadas quanto à normalidade pelo teste de Kolmogorov-Smirnov para um nível de significância de 5%, foi utilizada correlação de Spearman's para medir a associação entre as variáveis. A distribuição de massa seca e razão de peso das partes vegetais foram calculadas segundo Benincasa (2003). Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$) utilizando o aplicativo estatístico SISVAR.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para massa seca das folhas verificou-se que a testemunha foi superior aos 25, 35, 55 e 65 DAE em relação às plantas inoculadas com as diferentes estirpes avaliadas (Tabela 2). Aos 45 DAE constatou-se que as plantas inoculadas com BR3262 diferiram significativamente das demais. Aos 55 DAE foi verificada uma amplitude de 5,71 g entre a testemunha e BR3301. Aos 65 DAE ocorreu redução na massa

seca de folhas, comportamento averiguado em todos os tratamentos testados, esses resultados são decorrentes da senescência foliar e da translocação dos fotoassimilados para o caule e grãos. Mendes et al. (2007) verificaram essa abscisão foliar em feijão-caupi após os 50 DAE, devido ao fim do ciclo da cultura.

Para produção de massa seca de caule observou-se que a testemunha foi superior aos 25, 35, 45 e 65 DAE (Tabela 2), entretanto, aos 45 igualou significativamente ao tratamento com a estirpe BR3202 e aos 65 DAE equivaleu significativamente ao BR3299. Verificou-se ainda aos 65 DAE que a testemunha e tratamento com BR3299 foram em média 59% superior ao BR3267 e 38% aos BR3262, BR3202 e BR3301, respectivamente. Esses resultados demonstram-se assim, a eficiência da estirpe BR3299 na produção de massa seca do caule após o florescimento da cultura. Esse maior acúmulo de massa seca promovido por essa estirpe também foi verificado por Gualter et al. (2011), demonstrando assim, a conformidade dos resultados obtidos na presente pesquisa.

Os valores de massa seca das flores diferiram significativamente entre os tratamentos testados, entretanto, houve grande variação nos resultados ao longo das análises (Tabela 2). Aos 35 e 55 DAE o tratamento BR3262 apresentou maiores valores para essa característica. Aos 45 DAE a Testemunha, BR3267 e BR3301 e aos 65 DAE o tratamento BR3299 apresentou maior peso seco de flores. Ocorreu correlação significativa e positiva entre a produtividade e a massa seca de flores aos 35 DAE (Tabela 3), não aparecendo relação entre flores e produtividade nos demais dias de avaliação. Desta forma, sugere-se que, neste caso, a massa seca destinada a formação de flores não foi um indicativo de produtividade de grãos. Aos 65 DAE quando se deu o início de formação de vagens (Tabela 2) o tratamento BR3302 foi superior aos demais, sem correlação com a produtividade (Tabela 3; Tabela 4).

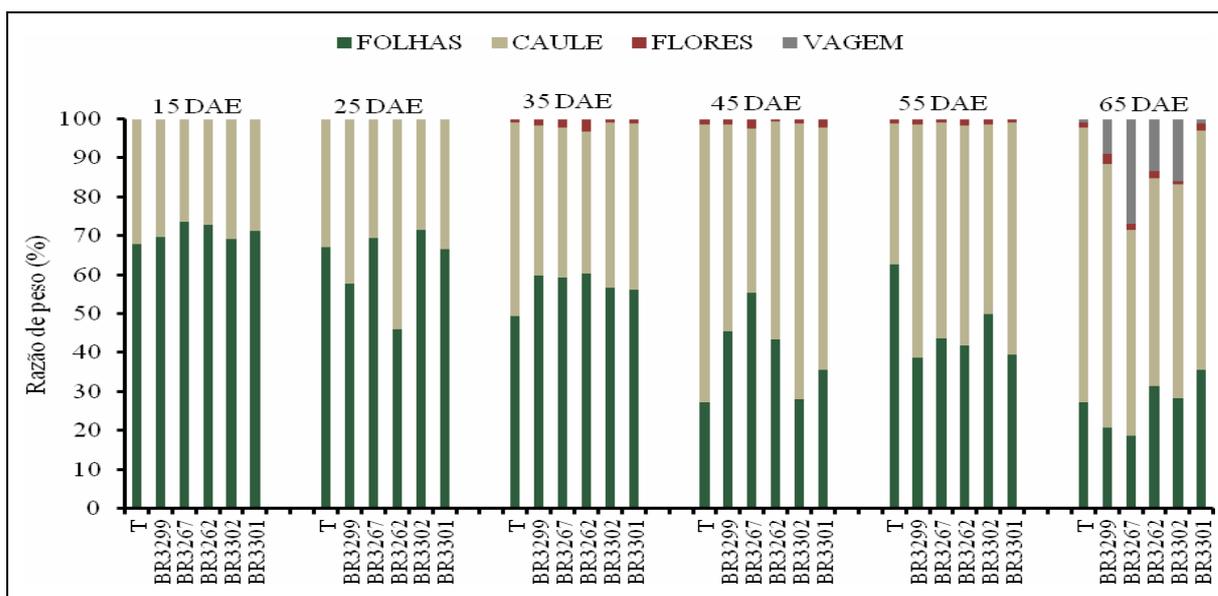
O feijão-caupi pode responder aos diferentes estímulos do meio ambiente mudando a sua partição de matéria seca ao longo do ciclo, como resposta fisiológica para garantir a produtividade de grãos ao final do ciclo (SUBRAMANIAN; MAHESWARI, 1992; PRAXEDES et al., 2009; SILVA et al., 2009). Fato que, possivelmente, tenha contribuído com a igualdade de produtividade no final do ciclo em tratamentos que apresentaram diferenças na produção de vagens aos 65 DAE.

Os tratamentos com as estirpes BR3299, BR3302 e BR3301 apresentaram uma resposta semelhante em relação à razão de peso de folhas e caules, em que até aos 35 DAE, quando teve início a floração, em que o maior percentual de massa seca (MS) se encontrava nas folhas (Figura 1). Após os 45 DAE o caule passou a reter o maior percentual de MS. Segundo Subbarao et al. (1995) os fotoassimilados produzidos em leguminosas são acumulados inter-

Tabela 3. Coeficientes de correlação entre massa seca de folhas, caule, flores, vagens e produtividade de plantas de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* L. Walp.), cv. Vinagre, em seis épocas de avaliação (15, 25, 35, 45, 55 e 65 DAE), inoculadas com diferentes estirpes de bactéria fixadora de nitrogênio em Gurupi, TO, safra 2007/2008.

	Folhas 15	Folhas 25	Folhas 35	Folhas 45	Folhas 55	Folhas 65	Caulo 15	Caulo 25	Caulo 35	Caulo 45	Caulo 55	Caulo 65	Flores 35	Flores 45	Flores 55	Flores 65	Vagem 65	PROD	
Folhas 15	1																		
Folhas 25	0,16	1																	
Folhas 35	0,14	0,79**	1																
Folhas 45	0,05	-	0,71**	-0,31	1														
Folhas 55	-0,19	0,28	0,47*	0,13	1														
Folhas 65	-0,23	0,11	0,23	-0,28	0,20	1													
Caulo 15	0,95**	0,23	0,22	-0,07	-0,09	-0,04	1												
Caulo 25	0,35	0,53**	0,74**	-0,19	-0,06	0,31	0,42*	1											
Caulo 35	-0,07	0,80**	0,95**	-0,37	0,57**	0,38	0,05	0,65**	1										
Caulo 45	-0,22	0,19	0,34	-0,08	0,75**	0,74**	-0,03	0,04	0,51*	1									
Caulo 55	0,28	-0,76**	0,74**	0,51*	-	0,54**	-0,48*	0,10	-0,42*	-0,86*	0,59**	1							
Caulo 65	0,43*	0,42*	0,67**	-0,19	0,22	0,56**	0,62**	0,80**	0,62**	0,46*	-0,47*	1							
Flores 35	-0,15	-0,34	0,10	0,68*	-0,03	-0,32	-0,23	0,24	0,02	-0,23	0,17	-0,01	1						
Flores 45	0,02	0,85**	0,59**	0,63*	0,07	-0,29	0,02	0,33	0,57**	-0,21	-	0,53**	0,03	-0,16	1				
Flores 55	0,13	-	0,77**	-0,46*	0,73*	0,09	0,20	0,15	-0,25	-0,45*	0,30	0,45*	0,10	0,24	0,91**	1			
Flores 65	0,69**	-0,06	0,22	0,22	-0,32	0,16	0,71**	0,71**	0,05	-0,14	0,20	0,70**	0,28	-0,25	0,32	1			
Vagem 65	0,35	-0,47*	-	0,55*	0,09	-	0,22	-	0,61**	-	0,60**	-0,45*	0,02	-0,33	0,48*	0,14	1		
PROD	-0,26	0,32	0,62**	0,22	0,65**	-0,12	-0,22	0,20	0,63**	0,30	-	0,52**	0,17	0,50*	0,32	-0,14	0,17	0,09	1

Coeficientes seguidos de * e ** representam correlação significativa a 5% e 1% de probabilidade respectivamente pelo teste de Pearson.

**Figura 1.** Razão de peso (g) das partes de plantas de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* L. Walp.), cv. Vinagre, em seis épocas de avaliação (15, 25, 35, 45, 55 e 65 DAE) inoculadas com diferentes estirpes de bactéria fixadora de nitrogênio em Gurupi, TO, safra 2007/2008.

mediariamente nos ramos, sendo posteriormente translocados para as vagens.

A testemunha apresentou a partir dos 25 DAE maior massa seca de caule (Tabela 3). Isso, possivelmente, sugere que esse tratamento foi mais eficiente em proporcionar condições para que as plantas estabelecessem equilíbrio na partição de fotoassimilados e conversão destes em produtividade uma vez que, a maior parte de reservas de fotoassimilados encontra-se no caule, isso se confirma pela correlação positiva e significativa na média dos tratamentos entre a massa seca dos caules aos 35 e 45 DAE e a produtividade de grãos (Tabela 3).

Gomes et al. (2000), testando as variedades de feijão comum (*Phaseolus vulgaris*) Xodó, Carioca, Negro Argel e a linhagem A-320, notaram que a acumulação máxima de massa seca ocorreu primeiramente nas folhas, depois nos caules e por último nas vagens. Como a planta necessita de todo um mecanismo para assimilação do CO₂, no início do ciclo vegetativo da mesma é de se esperar que as folhas apresentem maior acúmulo de carbono, o qual serve de suporte para a produção de fotoassimilados e conseqüente evolução de outras partes da planta (TAIZ; ZEIGER, 2009).

Em todos os tratamentos, o aparecimento de flores ocorreu por volta dos 35 DAE (Figura 1) e continuou mesmo com a formação de vagens, uma vez que se trata de plantas de hábito de crescimento indeterminado (FREIRE FILHO et al., 2005), sendo que os percentuais de massa seca das flores não variaram muito entre os tratamentos e entre as coletas, ficando entre 1 e 2,2%.

O início da formação de vagens ocorreu entre os 55 e 65 DAE (Figura 1). Todos os tratamentos superaram a testemunha, que obteve apenas 1% de vagens na sua massa seca total aos 65 DAE, mas isso não refletiu numa menor produtividade (Tabela 4). O

Tabela 4. Rendimento de grãos de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* L. Walp.) cv Vinagre, inoculadas com diferentes estirpes de bactéria fixadora de nitrogênio em Gurupi, TO, safra 2007/2008.

Tratamentos	Produtividade (kg ha ⁻¹)
Testemunha	1837 a*
BR3267	1611 ab
BR3262	1462 b
BR3302	1311 bc
BR3299	1306 bc
BR3301	1190 c
Média	1453
CV(%)	10,6

*Valores seguidos das mesmas letras na coluna não difere entre si a 5% de probabilidade pelo teste Tukey.

maior percentual de massa seca nas vagens aos 65 DAE foi observado com a inoculação da estirpe BR3267, demonstrando uma maior eficiência na translocação de assimilados neste estágio.

Na Tabela 4, encontram-se os valores de rendimento de grãos, observou-se que a testemunha foi a mais produtiva com 1837 kg ha⁻¹ e diferiu significativamente dos tratamentos com as estirpes BR3262, BR3302, BR3299 e BR3301, e equivaleu significativamente ao tratamento com a estirpe BR3262. Verificou-se uma variação de 647 kg ha⁻¹ entre a testemunha e o tratamento com a estirpe BR3301.

Os valores de rendimento de grãos na presente pesquisa foram superiores aos observados por Chagas Junior et al. (2010) no estudo de eficiência agrônômica com estirpes de rizóbio inoculadas em feijão-caupi no cerrado Tocantinense com a cultivar vinagre. Esses autores obtiveram produção mínima de 763 kg ha⁻¹ com a testemunha e produtividade máxima de 910 kg ha⁻¹ com tratamento da estirpe BR3302 e verificaram resposta positiva a inoculação com as estirpes estudadas. Entretanto, os resultados obtidos na presente pesquisa divergem desses autores, pois a testemunha foi superior à maioria das estirpes analisadas.

Possivelmente, esse menor rendimento de grãos observado para a maioria das plantas inoculadas com as estirpes fixadoras de nitrogênio se deve a baixa especificidade delas a cultivar estudada. Entretanto, outro fator que, provavelmente, tenha influenciado negativamente nesses resultados foi a competição estabelecida por estas estirpes com as bactérias nativas, além da falta de adaptabilidade desses microrganismos a região de estudo.

Resultados semelhantes também foram observados por Xavier et al. (2006), avaliando a nodulação por estirpes de *Bradyrhizobium* sp. em feijão-caupi comparando com as bactérias nativas de solo. Estes autores notaram 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, mesmo estando presentes em baixa população no solo.

Segundo Rumjanek et al. (2005), não só a densidade de células no inoculante é responsável por promover nodulação e produtividade satisfatória, mas outros eventos como, por exemplo, a interferência dos fatores ambientais e do solo e a capacidade de sobrevivência da estirpe. Para Hara e Oliveira (2007) e Santos et al. (2007) essa baixa especificidade das leguminosas em relação ao microsimbiote mostra-se limitante à exploração tecnológica da FBN, uma vez que as bactérias indígenas ou nativas podem ser mais adaptadas e competitivas e apresentarem eficiência variável na FBN.

Vale ressaltar que as bactérias fixadoras de nitrogênio testadas foram isoladas em condições edafoclimáticas diferentes daquelas encontradas em Gurupi-TO e sabe-se que o processo que determina o

sucesso de uma estirpe é afetado por muitas variáveis ambientais e características intrínsecas da estirpe.

CONCLUSÕES

A inoculação do feijão-caupi, cv. Vinagre, com a estirpe BR3267 apresenta rendimento de grãos promissores no município de Gurupi, TO;

Faz necessário um estudo mais aprofundado sobre a seleção de estirpes de bactérias fixadoras de nitrogênio em feijão-caupi em várias condições de solo e clima do estado do Tocantins.

REFERÊNCIAS

- BENINCASA, M. M. P. **Análise de crescimento de plantas** - noções básicas. 2.ed. Jaboticabal: FUNEP, 2003. 41 p.
- CHAGAS JUNIOR, A. F. et al. Eficiência agrônômica de estirpes de rizóbio inoculadas em feijão-caupi no Cerrado, Gurupi-TO. **Revista Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v. 41, n. 4, p. 709-714, 2010.
- COSTA, E. M. et al. Nodulação e produtividade de *Vigna unguiculata* (L.) Walp. por cepas de rizóbio em Bom Jesus, PI. **Revista Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v. 42, n. 1, p. 1-7, 2011.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solos**. 2.ed. Rio de Janeiro, RJ: Centro Nacional de Pesquisa de Solos-CNPS, 1977. 212 p.
- FIGUEIREDO, M. V. B. et al. Respuesta a la inoculación de Bradyrhizobium sp. en caupi utilizando diferentes sustrato de cultivos alternativos. **Revista Investigacion Agraria**, v. 17, n. 1, p. 27-34, 2002.
- FREIRE FILHO, F. R.; LIMA, J. A. de. A.; RIBEIRO, V. Q. **Feijão-caupi: avanços tecnológicos**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2005. 519 p.
- GOMES, A. A. et al. Acumulação de biomassa, características fisiológicas e rendimento de grãos em cultivares de feijoeiro irrigado e sob sequeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, n. 1, p. 1987-1937, 2000.
- GUALTER, R. M. R. et al. 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.
- HARA, F. A. dos S.; OLIVEIRA, L. A. de. Características fisiológicas e ecológicas de isolados de rizóbios oriundos de solos ácidos e álicos de Presidente Figueiredo, Amazonas. **Acta Amazônica**, Manaus, v. 34, n. 3, p. 343-357, 2007.
- MENDES, S. M. de S. et al. Relações fonte-dreno em feijão de corda submetido à deficiência hídrica. **Revista Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v. 38, n. 1, p. 85-103, 2007.
- 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, 2008. p. 621-680.
- 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**, Mossoró, v. 22, n. 3, p. 211-214, 2009.
- RUMJANEK, N. G. et al. Fixação biológica de nitrogênio. In: FREIRE FILHO, F. R., LIMA, J. A. A., RIBEIRO, V. Q. (Ed.) **Feijão-caupi: avanços tecnológicos**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica; 2005. p. 281-320.
- SANTOS, C. E. R. S. et al. Faixa hospedeira de rizóbios isolados das espécies *Arachis hypogaea*, *Stylosanthes guyanensis* e *Aeschynomene americana*. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 2, n. 1, p. 20-27, 2007.
- SILVA, F. E. O. et al. Desenvolvimento vegetativo do feijão-caupi irrigado com água salina em casa de vegetação. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 22, n. 3, p. 156-159, 2009.
- SOARES, A. L. de L. et al. Eficiência agrônômica de rizóbios selecionados e diversidade de populações nativas nodulíferas em perdões (MG). I – caupi. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Viçosa, MG, v. 30, n. 5, p. 795-802, 2006.
- SUBBARAO, G. V. et al. Strategies for improvising drought resistance in grain legumes critical. **Reviews in Plant Science**, v. 14, n. 6, p. 469-523, 1995.
- SUBRAMANIAN, V. B.; MAHESWARI, M. Compensatory growth-responses during reproductive phase of cowpea after relief of water-stress. **Journal of Agronomy and Crop Science**, v. 168, n. 2, p. 85-90, 1992.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009, 819 p.
- XAVIER, G. R. et al. Especificidade simbiótica en-

tre rizóbios e acessos de feijão-caupi de diferentes nacionalidades. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 19, n. 1, p. 25-33, 2006.

ZILLI, J. E. et al. Eficiência simbiótica de estirpes de *Bradyrhizobium* isoladas de solo do Cerrado em caupi. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n. 5, p. 811-818, 2006.