



Inoculação com *Bradyrhizobium elkanii* sob Neossolo Flúvico e componentes de produção em feijão-caupi em Teresina, PI.

R.M.R. GUALTER⁽¹⁾, R.M.C.M. ALCANTARA⁽²⁾, L.F.C. LEITE⁽³⁾, A.F.R. JÚNIOR⁽⁴⁾ & A.L.G. ALMEIDA⁽⁵⁾

Introdução

A cultura do feijão-caupi é de grande importância sócioeconômica e de notável potencial estratégico, principalmente para as regiões Norte e Nordeste, onde constitui um dos mais importantes componentes da dieta alimentar (Freire Filho, Araújo e Ribeiro [1]).

A interação do feijão-caupi com bactérias fixadoras de N₂ atmosférico ou rizóbios, via utilização de inoculantes e o conhecimento do processo de nodulação e consequentemente da Fixação Biológica do N₂ (FBN), pode permitir o aumento de rendimento da cultura. Este processo pode ser uma alternativa para a substituição, total ou parcial, dos adubos nitrogenados, pelo suprimento à cultura com o N necessário para o seu crescimento e desenvolvimento, e pela diminuição dos custos de produção e economia de combustíveis fósseis utilizados para a fabricação de fertilizantes nitrogenados (Soares et. al [2]). No caso do caupi não há uma estimativa, em termos econômicos, da contribuição da FBN. No entanto, sabe-se que é importante para manter a produtividade das lavouras de subsistência, em que a adubação nitrogenada mineral não ocorre (Martins et. al [3]).

Embora seja uma cultura de importância para o estado do Piauí, ainda são os escassos trabalhos que visem determinar o efeito e a contribuição da FBN no crescimento e aumento da produtividade de grãos em condições de campo. Este trabalho teve como objetivo avaliar a resposta de duas cultivares de feijão-caupi inoculadas ou não com estirpe BR-3262, adição ou não de P, K e Mo sobre a matéria seca das plantas, número de nódulos, acúmulo de N na parte aérea e produtividade de grãos em três épocas de coleta, no município de Teresina, Piauí.

Palavras-Chave: *Vigna unguiculata* (L.) Walp, rizóbio, produtividade.

Material e métodos

O experimento foi instalado em área experimental da Embrapa Meio-Norte, localizado em Teresina, PI (05°05'S e 42°48'W e altitude de 74,4 m) de setembro a dezembro de 2006, em um Neossolo Flúvico Eutrófico (Embrapa [4]) que continha as seguintes características: (M.O: 15,51 g kg⁻¹; pH: 5,45; P: 37,38 mg dm⁻³; K: 0,5 cmol_c dm⁻³; Ca: 2,36 cmol_c dm⁻³; Mg: 1,71 cmol_c dm⁻³; Na: 0,17 cmol_c dm⁻³; Al: 0,06 cmol_c dm⁻³; H+Al: 2,43 cmol_c dm⁻³; SB: 4,74 cmol_c dm⁻³; CTC: 7,17 cmol_c dm⁻³; V: 66,15 % e m: 1,25 %, na camada de 0-20 cm). As cultivares utilizadas foram a BRS Marataoã e a BRS Guaribas. O delineamento experimental foi o de blocos completos casualizados com 12 tratamentos e quatro repetições. Foi utilizada uma estirpe de *Bradyrhizobium elkanii* fornecida

RESUMO – O feijão-caupi (*Vigna unguiculata* L. Walp) tem alto teor protéico e é consumido pelos brasileiros, notadamente das regiões Norte e Nordeste do Brasil. A simbiose do feijão-caupi com bactérias fixadoras de N₂ atmosférico pode aumentar a produção e diminuir os impactos ambientais negativos gerados pelo uso excessivo de fertilizantes nitrogenados, provenientes dos combustíveis fósseis. Historicamente, essa cultura apresenta baixa produtividade de grãos estimada em 243 kg ha⁻¹, em consequência da baixa disponibilidade de nutrientes no solo, principalmente o nitrogênio, o qual pode ser aumentada pelo uso de inoculantes de rizóbio eficientes e competitivos que supram a necessidade da planta. No presente trabalho avaliou-se em um Neossolo Flúvico Eutrófico a resposta de duas cultivares de feijão-caupi (BRS Guariba e BRS Marataoã) inoculadas ou não com *Bradyrhizobium elkanii* e os efeitos da adição ou não de P, K e Mo sobre a matéria seca das plantas, número de nódulos, acúmulo de nitrogênio na parte aérea e produtividade de grãos no município de Teresina, Piauí. As variáveis foram analisadas aos 35, 50 e 65 dias após a emergência da cultura (DAE). A inoculação favoreceu o aumento no número de nódulos e na matéria seca dos nódulos em todas as épocas avaliadas. A matéria seca da parte aérea foi influenciada pela presença do molibdênio, apenas nos 50 DAE. Os tratamentos com inoculação, sem P, K e Mo, cultivar BRS Marataoã e sem inoculação, com P, K e Mo, cultivar BRS Guariba apresentaram maiores produções de matéria seca das raízes (p>0,05) nos 35 e 65 DAE respectivamente. O acúmulo de N na parte aérea foi influenciado pela estirpe BR-3262 apenas nos 35 DAE, devido ao período vegetativo da planta, em que requer maior assimilação fotossintética. A produtividade de grãos, o comprimento de vagens e o peso de 100 grãos foram influenciados pela inoculação com a cultivar BRS Guariba. A estirpe BR-3262 (caracterizada como *Bradyrhizobium elkanii*) mostrou-se competitiva em relação à população rizobiana

nativa, nodulando cerca de 67 % das plantas, em especial a cultivar BRS Guariba.

pela Embrapa Agrobiologia. Os tratamentos utilizados foram: T1 - sem inoculação - sem PK - sem Mo (Testemunha), cultivar BRS Guariba; T2 - sem inoculação - sem PK - com Mo (10 kg ha⁻¹), cultivar BRS Guariba; T3 - sem inoculação - com PK (20 kg ha⁻¹ de P e 40 kg ha⁻¹ de K) - com Mo (10 kg ha⁻¹), cultivar BRS Guariba; T4 - com inoculação de estirpe BR-3262 - sem PK - sem Mo, cultivar BRS Guariba; T5 - com inoculação de estirpe BR-3262 - sem PK - com Mo (10 kg ha⁻¹), cultivar BRS Guariba; T6 - com inoculação de estirpe BR-3262 - com PK (20 kg ha⁻¹ de P e 40 kg ha⁻¹ de K) - com Mo (10 kg ha⁻¹), cultivar BRS Guariba; T7 - sem inoculação - sem PK - sem Mo (Testemunha 2), cultivar BRS Marataoã; T8 - sem inoculação - sem PK - com Mo (10 kg ha⁻¹), cultivar BRS Marataoã; T9 - sem inoculação - com PK (20 kg ha⁻¹ de P e 40 kg ha⁻¹ de K) - com Mo (10 kg ha⁻¹), cultivar BRS Marataoã; T10 - com inoculação de estirpe BR-3262 - sem PK - sem Mo, cultivar BRS-Marataoã; T11 - com inoculação de estirpe BR-3262 - sem PK - com Mo (10 kg ha⁻¹), cultivar BRS Marataoã; T12 - com inoculação de estirpe BR-3262 - com PK (20 kg ha⁻¹ de P e 40 kg ha⁻¹ de K) - com Mo (10 kg ha⁻¹), cultivar BRS Marataoã. As sementes de feijão-caupi foram inoculadas com *Bradyrhizobium elkanii*, à taxa de 500 g de inoculante por 50 kg de sementes. A inoculação com rizóbio foi feita, misturando-se água destilada ao inoculante na proporção de 1:1,2 (ml: g), formando uma pasta homogênea. Esta pasta foi misturada às sementes.

A parcela experimental consistiu de quatro fileiras de 5,0 m de comprimento, tendo como área útil as duas fileiras centrais. A semeadura ocorreu logo após a inoculação das sementes, colocando-se cerca de 4 sementes por cova e semeada no espaçamento de 0,75 m x 0,5 m sendo conduzida sob irrigação por aspersão. As coletas das plantas foram realizadas aos 35, 50 e 65 DAE (dias após a emergência). Foram analisadas: matéria seca da parte aérea, das raízes e de nódulos; número de nódulos, N-total da parte aérea e produtividade de grãos. O N total foi determinado pelo método semi-microkjedahl (Silva [5]), na matéria seca da parte aérea. O N acumulado na matéria seca da parte aérea (MSPA) foi calculado, multiplicando-se o peso pelo teor de N.

A parte aérea foi separada das raízes em corte no ponto de inserção cotiledonar, próximo à base do caule. Os nódulos foram retirados das raízes, contados, secos em papel absorvente e pesados. Para determinação da produção de matéria seca, o material vegetal foi colocado em estufa com circulação forçada de ar à 65°-70° até atingir peso constante. Os dados foram submetidos à análise de variância empregando-se o programa de análise estatística ASSISTAT, versão 7.4 beta (Assis [6]) e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5%.

Resultados e Discussão

Os tratamentos 6 (T6), 11 (T11) e 12 (T12) apresentaram maiores valores de matéria seca de nódulos, bem como do número de nódulos totais nos 35, 50 e 65 DAE respectivamente (Tabela 1). Alguns fatores como a boa disponibilidade de água e, principalmente as características particulares do solo, influenciam amplamente a multiplicação e o estabelecimento dos rizóbios (Zdor & Pueppke [7]).

Na matéria seca das raízes houve diferenças significativas ($p < 0,05$) nos 35 e 50 DAE nos tratamentos 10 (T10) e 3 (T3) respectivamente. Os resultados de produção de matéria seca da parte aérea (Tabela 1). Houve aumento progressivo dos 35 para os 50 DAE, provavelmente devido ao período vegetativo da cultura que proporcionou melhor estabelecimento das plantas. A partir dos 65 DAE a MSPA começou a diminuir. Isso pode ter ocorrido, em decorrência da queda das folhas mais velhas devido à maturidade fisiológica das plantas. Com relação ao acúmulo de N na parte aérea (ANPA) e produção de matéria seca da parte aérea (MSPA) foi observado comportamento semelhante dos tratamentos, ou seja, as plantas que incrementaram na produção de biomassa, também aumentaram nos teores de nitrogênio. Foram observadas diferenças significativas no ANPA, apenas nos 35 DAE que é a época de maior necessidade de assimilação de N pela planta, por ser a fase vegetativa. Além disso, a presença do molibdênio em alguns tratamentos (T3 e T4), pode ter incrementado o acúmulo de N na planta, já que esse micronutriente é responsável pela transferência final de elétrons para o N₂, contribuindo para o processo da fixação biológica de nitrogênio.

A produtividade de grãos variou de 651 a 1.243 kg ha⁻¹ e um dos fatores que pode ter afetado esses resultados foi a ocorrência de chuvas por ocasião da colheita (Tabela 2). O tratamento 4, que continha a estirpe BR-3262 promoveu rendimentos de grãos superiores aos da testemunha (T1), superando os resultados encontrados por Soares et. al [2]. No comprimento de vagens (CV) e peso de 100 grãos (PCG) foram observados melhores resultados nos tratamentos que continham a cultivar BRS Guariba, corroborando com os de produtividade de grãos.

Os resultados estão de acordo com Santos et. al [8], que afirmam que o feijão caupi apresenta alta capacidade de nodulação e fixação simbiótica de nitrogênio na presença de população adequada de rizóbios no solo. Para Stamford, Freitas, Ferraz & Santos [9], a necessidade do feijão-caupi em nitrogênio é suprida pela FBN a partir dos 35 dias após o plantio. Os resultados foram influenciados por fatores climáticos (precipitação pluviométrica), o que pode ter prejudicado a nodulação pela estirpe BR 3262 em associação com a cultivar BRS Marataoã, uma vez que o excesso de água inibe a formação e o desenvolvimento dos nódulos de acordo com Osa-Afiana & Alexander [10], além da baixa disponibilidade de oxigênio, as bactérias podem liberar substâncias tóxicas inibidoras da nodulação.

Conclusões

A inoculação com *Bradyrhizobium elkanii* e a adubação com molibdênio contribuíram de forma

significativa para o aumento da produtividade de grãos de feijão-caupi.

Agradecimentos

Ao Banco do Nordeste do Brasil (BNB) pelo financiamento do projeto.

Referências

- [1] FREIRE FILHO, F.R.; ARAÚJO LIMA, J.A.; RIBEIRO, V.Q. 2005. *Feijão-caupi: avanços tecnológicos*. Brasília-DF, Embrapa Informação Tecnológica. 519p.
- [2] SOARES, A.L.L.; PEREIRA, J.P.A.; FERREIRA, P.A.A.; VALE, H.M.M.; LIMA, A.S.; ANDRADE, M.J.B & MOREIRA, F.M.S. 2006. Eficiência agrônômica de rizóbios selecionados e diversidade de populações nativas nodulíferas em Perdões, (MG). I-caupi. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 30:795-802.
- [3] MARTINS, L.M.V.; 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 for improving grain yield in the Semi-Arid Region of Brazil. *Biology and Fertility of Soils*, v.38, p.333-339.
- [4] EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. 2000. *Sistema brasileiro de classificação de solos*, Brasília. 412p.
- [5] SILVA, D.J. 1981. *Análise de alimentos, métodos químicos e biológicos*. Viçosa-MG: Editora da Universidade Federal de Viçosa-UFV. 166p.
- [6] SILVA, F. de A.S. 2007 [Online]. *ASSISTAT Versão 7.4 beta*. Homepage: <http://assistatsites.uol.com.br>.
- [7] ZDOR, R.; PUEPPKE, S.G.1990. Competition for nodulation of soybean by *Bradyrhizobium japonicum* 123 and 138 in soil containing indigenous rhizobia. *Soil Biology Biochemistry*, v.22, p.606-613.
- [8] SANTOS, C.E.R.S.; STAMFORD, N. P.; FREITAS, A. D. S.; NEVES, M. C. P.; RUMJANEK, N. G.; SOUTO, S. M. 2005. Efetividade de rizóbios isolados de solos da região nordeste do Brasil, na fixação do N₂ em amendoim (*Arachis hypogaea*). *Acta Scientiarum*, Maringá-PR, v.27, n.1, p.305-312.
- [9] STAMFORD, N.P; FREITAS, A.D.S; FERRAZ, D.S.; SANTOS, C.E.R.S. 2002. Effect of sulphur inoculated with *Thiobacillus* on saline soils amendment and growth of cowpea and yam bean legumes. *Journal of Agricultural Science*, Cambridge Universidade Press, U.K., v.139, p.275-281.
- [10] OSA - AFIANA, L.O.; ALEXANDER, M.E. 1979. Effect of moisture on the survival of *Rhizobium* in soil. *Soil Science society of America Journal*, Madison, v.43, n.5, p.925 - 930.

Tabela 1. Matéria seca de nódulos (MSN), matéria seca das raízes (MSR), produção de matéria seca da parte aérea (MSPA), acúmulo de N na parte aérea (ANPA) e número de nódulos aos 35, 50 e 65 dias após a emergência (DAE). Teresina-PI, 2006¹.

Tratamentos	MSN	MSR	MSPA	ANPA	NN ⁽²⁾
	---mg---	-----g-----			
35 DAE					
T1 - s/I, s/PK, s/Mo, cult. BRS Guaribas	71,00ab	29,27b	86,87a	2,95b	23ab
T2 - s/I, s/PK, c/Mo, cult. BRS Guaribas	89,00ab	38,60ab	118,07a	3,87ab	15b
T3 - s/I, c/PK, c/Mo, cult. BRS Guaribas	50,25ab	40,60ab	133,27a	4,05ab	18ab
T4 - c/I, s/PK, s/Mo, cult. BRS Guaribas	46,25ab	41,32ab	134,25a	4,15ab	37ab
T5 - c/I, s/PK, c/Mo, cult. BRS Guaribas	36,00b	29,82b	91,50a	3,00b	39ab
T6 - c/I, c/PK, c/Mo, cult. BRS Guaribas	106,00a	38,95ab	111,62a	3,90ab	45a
T7 - s/I, s/PK, s/Mo, cult. BRS Marataoã	48,65ab	27,92b	105,02a	2,80b	45a
T8 - s/I, s/PK, c/Mo, cult. BRS Marataoã	36,32b	27,07b	89,75a	2,70b	22ab
T9 - s/I, c/PK, c/Mo, cult. BRS Marataoã	39,00ab	30,67ab	107,20a	3,08ab	38ab
T10 - c/I, s/PK, s/Mo, cult. BRS Marataoã	69,65ab	54,30a	159,42a	5,42a	34ab
T11 - c/I, s/PK, c/Mo, cult. BRS Marataoã	48,50ab	33,10ab	117,02a	3,30ab	30ab
T12 - c/I, c/PK, c/Mo, cult. BRS Marataoã	38,00ab	37,70ab	129,87a	3,77ab	31ab
50 DAE					
T1 - s/I, s/PK, s/Mo, cult. BRS Guaribas	40,32b	9,05a	158,05ab	3,55a	20bcde
T2 - s/I, s/PK, c/Mo, cult. BRS Guaribas	19,00b	10,12a	124,27ab	2,30a	7e
T3 - s/I, c/PK, c/Mo, cult. BRS Guaribas	63,50ab	8,87a	160,50ab	2,97a	28bc
T4 - c/I, s/PK, s/Mo, cult. BRS Guaribas	39,65b	9,85a	200,75a	4,47a	20bcde
T5 - c/I, s/PK, c/Mo, cult. BRS Guaribas	17,00b	7,97a	95,85b	2,45a	11de
T6 - c/I, c/PK, c/Mo, cult. BRS Guaribas	12,65b	11,40a	140,72ab	3,02a	9e
T7 - s/I, s/PK, s/Mo, cult. BRS Marataoã	26,00b	9,25a	122,60ab	3,00a	18cde
T8 - s/I, s/PK, c/Mo, cult. BRS Marataoã	30,50b	9,12a	188,55a	4,07a	25bcd
T9 - s/I, c/PK, c/Mo, cult. BRS Marataoã	32,32b	11,47a	189,65a	4,20a	27bcde
T10 - c/I, s/PK, s/Mo, cult. BRS Marataoã	31,75b	7,92a	114,82ab	2,52a	14cde
T11 - c/I, s/PK, c/Mo, cult. BRS Marataoã	112,65a	11,20a	131,35ab	2,82a	64a
T12 - c/I, c/PK, c/Mo, cult. BRS Marataoã	53,65ab	8,60a	127,17ab	2,57a	34b
65 DAE					
T1 - s/I, s/PK, s/Mo, cult. BRS Guaribas	16,67b	11,47ab	96,82a	2,07a	12bc
T2 - s/I, s/PK, c/Mo, cult. BRS Guaribas	20,25b	11,07ab	117,45a	2,27a	13bc
T3 - s/I, c/PK, c/Mo, cult. BRS Guaribas	1,50b	12,55a	114,65a	2,32a	5c
T4 - c/I, s/PK, s/Mo, cult. BRS Guaribas	9,00b	11,05ab	135,07a	2,85a	8c
T5 - c/I, s/PK, c/Mo, cult. BRS Guaribas	22,67b	7,02b	97,70a	1,97a	25b
T6 - c/I, c/PK, c/Mo, cult. BRS Guaribas	10,65b	11,17ab	155,12a	3,02a	12bc
T7 - s/I, s/PK, s/Mo, cult. BRS Marataoã	16,00b	9,15ab	103,62a	2,10a	9c
T8 - s/I, s/PK, c/Mo, cult. BRS Marataoã	18,40b	8,85ab	130,65a	2,55a	19bc
T9 - s/I, c/PK, c/Mo, cult. BRS Marataoã	10,32b	9,90ab	103,37a	2,17a	7c
T10 - c/I, s/PK, s/Mo, cult. BRS Marataoã	11,25b	10,52ab	119,20a	2,80a	9c
T11 - c/I, s/PK, c/Mo, cult. BRS Marataoã	39,75ab	10,70ab	156,12a	2,90a	15bc
T12 - c/I, c/PK, c/Mo, cult. BRS Marataoã	66,00a	11,10ab	141,15a	2,45a	41a

¹ Os valores são médias de quatro repetições.

² Média de três plantas.

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

Tabela 2. Comprimento de vagens (CV), número de grãos por vagem (NGV), Peso de 100 grãos (PCG) e produtividade de grãos. Teresina-PI, 2006 ¹.

Tratamentos	CV - cm -	NGV	PCG - g -	Produtividade de grãos - kg.ha ⁻¹ -
T1- s/I, s/PK, s/Mo, cult. BRS Guaribas	22,50a	17a	20,67ab	1105,00abc
T2- s/I, s/PK, c/Mo, cult. BRS Guaribas	21,60a	15a	20,63ab	1243,50a
T3- s/I, c/PK, c/Mo, cult. BRS Guaribas	20,92ab	15a	21,07a	1205,00ab
T4- c/I, s/PK, s/Mo, cult. BRS Guaribas	21,80a	15a	20,58ab	1231,75a
T5- c/I, s/PK, c/Mo, cult. BRS Guaribas	21,57a	15a	21,33a	1183,25ab
T6- c/I, c/PK, c/Mo, cult. BRS Guaribas	21,32a	15a	20,60ab	1113,50abc
T7- s/I, s/PK, s/Mo, cult. BRS Marataoã	18,35c	16a	15,71c	870,00abc
T8- s/I, s/PK, c/Mo, cult. BRS Marataoã	18,97c	16a	14,85c	651,00c
T9- s/I, c/PK, c/Mo, cult. BRS Marataoã	19,37bc	17a	17,47bc	782,00abc
T10- c/I, s/PK, s/Mo, cult. BRS Marataoã	18,75c	17a	16,41c	760,75bc
T11- c/I, s/PK, c/Mo, cult. BRS Marataoã	18,95c	16a	15,90c	748,50bc
T12- c/I, c/PK, c/Mo, cult. BRS Marataoã	18,90c	16a	15,68c	709,00c

¹. Os valores são médias de quatro repetições.

². Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.