

Efeito do nitrogênio em feijão cultivado em terras altas no sul do estado de Tocantins

Nitrogen effect on bean grown in southern uplands in Tocantins state

Fabricio Henrique Moreira Salgado^{1(*)}

Joedna Silva²

Taynar Coelho de Oliveira³

Leila Paula Tonello⁴

Nathan Gonçalves dos Passos⁵

Rodrigo Ribeiro Fidelis⁶

Resumo

Objetivou-se avaliar o efeito da adubação nitrogenada em genótipos de feijão comum em solos de cerrado, no período da entressafra, na região sul do Estado do Tocantins sob irrigação suplementar. Foram conduzidos dois experimentos: no primeiro experimento, foram aplicados 20 kg ha⁻¹ e no segundo 120 kg ha⁻¹ de nitrogênio. Foram utilizados 12 genótipos no delineamento de blocos casualizados, com quatro repetições. Foram avaliados diâmetro de caule, altura da planta, altura de inserção da primeira vagem, número de vagens por planta, número de grãos por vagem, massa de cem grãos e produtividade de grãos. Existe diferença entre os genótipos quanto à utilização do nitrogênio. Para as condições em estudo, o ambiente com maior dose de nitrogênio resultou em maior diâmetro de caule, altura de planta e número de vagens por planta. Os genótipos BRS-Grafite, IAC-Centauro, IPR-Colibri, IAC-Diplomata, IAC-Una, Princesa e a linhagem CNFC-10406 responderam de forma diferenciada ao acréscimo de nitrogênio. O cultivar Princesa (no ambiente sem estresse de N – 120 kg ha⁻¹) e o cultivar IAC-Eté (no ambiente com estresse de N – 20 kg ha⁻¹) obtiveram produtividades de grãos acima de 3000 kg ha⁻¹ e 2200 kg ha⁻¹, respectivamente.

Palavras-chave: estresse abiótico; estresse mineral; cerrado; produtividade.

1 MSc.; Engenheiro Agrônomo; Doutorando em Agronomia na Universidade Federal de Goiás, UFG; Endereço: Rodovia Goiânia, Nova Veneza, km 0, CEP: 74001-970, Goiânia, Goiás, Brasil; E-mail: fabricio@mail.uft.edu.br (*) Autor para correspondência.

2 Dra.; Engenheira Agrônoma; Pós-Doutoranda no Programa Nacional de Pós-Doutorado na Universidade Federal de Tocantins, *Campus* Universitário de Gurupi, Tocantins, Brasil; E-mail: joedna@uft.edu.br

3 MSc.; Engenheira Agrônoma; E-mail: taynarcoelho@hotmail.com

4 Graduando em Agronomia na Fundação Universidade Federal do Tocantins, *Campus* Universitário de Gurupi, Tocantins, Brasil; E-mail: tonello.lp@hotmail.com

5 Graduação em andamento em Agronomia na Fundação Universidade Federal do Tocantins, *Campus* Universitário de Gurupi, Tocantins, Brasil E-mail: nathan_passos_@hotmail.com

6 Dr.; Engenheiro Agrônomo; Professor Titular da Fundação Universidade Federal do Tocantins, UFT; *Campus* Universitário de Gurupi, Tocantins, Brasil; E-mail: fidelisrr@uft.edu.br

Recebido para publicação em 06/09/2011 e aceito em 28/02/2012

Abstract

The objective in this research was to evaluate the effect of nitrogen fertilization on bean genotypes in soil of Savannah, during the off season, in the south region of Tocantins State under supplementary irrigation. Two experiments were conducted. The first received 20 kg ha⁻¹ of nitrogen and the second received 120 kg ha⁻¹, respectively. Twelve genotypes were used in an experimental design and were randomized blocks with four repetitions. The stem diameter, plant height, height of insertion of first pod, number of pods per plant, number of grains per pod, weight of one hundred grains and grain yield were measured. There is a difference among the genotypes concerning the use of nitrogen. For the conditions studied, the environment with higher nitrogen levels resulted in higher stem diameter, plant height and number of pods per plant. The genotypes BRS- Grafite, IAC-Centauro, IPR-Colibri, IAC-Diplomata, IAC-Una, Princesa and the line CNFC- 10406 responded differently to the addition of nitrogen. The genotype Princesa (in the environment without N stress – 120 kg ha⁻¹) and the IAC-Eté (in the environment with N stress – 20 kg ha⁻¹) had grain yields above 3000 kg ha⁻¹ and 2200 kg ha⁻¹, respectively.

Key words: abiotic stress, mineral stress, savannah, yield.

Introdução

Pertencente à família das leguminosas, o feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.) é a espécie mais cultivada do gênero *Phaseolus*. É uma cultura que está difundida em todo o globo terrestre e adapta-se às mais diversas condições ambientais e sistemas de cultivo, que vão, desde a agricultura de subsistência até agricultura, que utiliza de alta tecnologia. Seu cultivo pode ser realizado desde o nível do mar até altitudes que variam de mais de 3000 m (DIDONET, 2005).

O Brasil é o maior produtor mundial desta cultura (BORÉM; CARNEIRO, 2006), que tem grande papel social, devido à quantidade de emprego que gera e, também, por ser constituinte da dieta do brasileiro, sendo, muitas vezes, a principal fonte de proteína para diversas famílias de baixo poder aquisitivo, além de fornecer vitaminas, fibras, ferro, fósforo, magnésio, cálcio e

zinco (BROUGHTON et al., 2003). A boa adaptação desta cultura às mais variadas condições edafoclimáticas permite seu cultivo no território brasileiro na safra, safrinha e entressafra (BORÉM; CARNEIRO, 2006).

De acordo com Salgado et al. (2011), o feijoeiro comum tem potencial para ser cultivado no sul do Estado do Tocantins no período da entressafra em terras altas com irrigação suplementar. Contudo, poucos são os estudos nesse ambiente e região, principalmente relacionado à adubação nitrogenada e a resposta destes, que possam servir de subsídios para futuros programas de melhoramento e para agricultura local. Carvalho et al. (2008) relataram a grande importância do conhecimento da divergência genética entre genótipos em uso, para utilização de forma correta.

O nitrogênio (N) é um dos elementos mais requeridos pelo feijoeiro (SILVA; SILVEIRA, 2000), sendo responsável

pelo aumento da área foliar, que aumenta a eficiência de interceptação da radiação solar e a taxa fotossintética e, conseqüentemente a produção (FAGERIA; BALIGAR, 2005). No entanto, é um elemento que se perde facilmente por diversos processos como lixiviação, volatilização e desnitrificação, fazendo com que a carência na planta seja limitante à produtividade de grãos (SANT'ANA et al., 2010; FAGERIA; BALIGAR, 2005). Dessa forma, o uso racional da adubação nitrogenada é fundamental, não somente para aumentar a eficiência de recuperação, mas também para aumentar a produtividade da cultura e diminuir o custo de produção e os riscos de poluição ambiental (FAGERIA et al., 2003; CARDOSO et al., 2011).

Na literatura, são encontrados vários relatos do efeito da adubação nitrogenada em diversas culturas como milho (FIDELIS et al., 2010) e feijão no ambiente de várzea (SANTOS et al., 2003), entre outras, e a capacidade destas de terem resposta diferenciada à adubação nitrogenada, podendo, de acordo com a resposta à adubação, os genótipos serem enquadrados como capazes de utilizar o pouco recurso disponível e converter em produtividade, outros com capacidade de responder ao aumento da dose de nitrogênio e, ainda, os que se encaixam em ambas as situações ou em nenhuma delas.

Objetivou-se avaliar o efeito da adubação nitrogenada em genótipos de feijão comum em solos de cerrado, no período da entressafra, na região sul do Estado do Tocantins, sob irrigação suplementar.

Material e Métodos

Foram conduzidos dois experimentos na Estação Experimental de Pesquisa,

pertencente ao Campus Universitário de Gurupi (TO), da Universidade Federal do Tocantins (UFT), localizada a latitude 11° 43' 45" Sul e longitude 49° 04' 07" Oeste e altitude de 280 m. A caracterização climática local é *Aw* Cerrado ou Savana tropical segundo Koppen – Geiger (PEEL, 2007). O solo é classificado, de acordo com a Embrapa (2006), como Latossolo Vermelho – Amarelo distrófico, textura média.

A análise química e física do solo na camada de 0-20 cm, revelou os seguintes resultados: P_{mel} 1,1 mg dm⁻³; MO 2,0 %; pH em CaCl₂ 4,6; Ca+Mg (5 cmol dm⁻³), Ca (3,6 cmol dm⁻³), Mg (1,4 cmol dm⁻³), Al (0,0 cmol dm⁻³), H+Al (4,7 cmol dm⁻³), K (0,1 cmol dm⁻³), SB (2,18 cmol dm⁻³), V (52,3 %), Areia (542,4 g kg⁻¹), silte (54,9 g kg⁻¹) e argila (402,7 g kg⁻¹), não havendo necessidade de realização de calagem.

Cada experimento (alto e baixo nível de nitrogênio) foi conduzido no delineamento em blocos ao acaso, com quatro repetições. A parcela experimental foi constituída por quatro linhas de 4,0 m de comprimento, espaçadas de 0,45 m. O plantio foi realizado no dia 12 de junho de 2010, visando obter estande final de 12 plantas por metro linear. Como área útil, foram utilizadas as duas linhas centrais desprezando 0,5 m de cada extremidade. Os genótipos avaliados foram IAC-Eté, Safira, BRS-Grafite, IAC-Diplomata, IAC-Centauro, BRS-Esplendor, Princesa, IPR-Saracura, BRS-Marfim, CNFC-10406, IAC-Una e IPR-Colibri.

Foi realizado o tratamento de sementes com fungicida pertencente aos grupos químicos Benzimidazol e Dimetilditiocarbamato (45+105 g i.a. 100 kg⁻¹ de sementes) e inseticida pertencente ao grupo químico Pirazol (50 g i.a. 100 kg⁻¹ de sementes). Durante a condução

do experimento, a área foi mantida limpa com aplicação de herbicida pertencente ao grupo químico Oxima ciclohexanodiona e capina manual antes do florescimento (R6). O controle de insetos foi realizado com a aplicação de inseticida pertencente ao grupo químico Piretróide (4 g i.a. ha^{-1}), aos 31 dias após a emergência (DAE) e inseticida pertencente ao grupo químico Organofosforado ($500 \text{ g i.a. ha}^{-1}$) 46 DAE.

A irrigação no experimento foi feita de acordo com as necessidades da cultura e seguindo recomendação para Santo Antônio de Goiás - GO (CURI; CAMPELO JÚNIOR, 2001). Utilizou-se sistema por aspersão convencional com turno de rega de dois dias, tendo um período de funcionamento de duas horas. A vazão dos aspersores utilizados com pressão na base de 20 mca propiciou lâmina d'água de 5,2 mm/hora.

A adubação de plantio foi realizada com base na análise de solo e nas recomendações para a cultura, aplicando-se, no sulco de plantio, 120 kg ha^{-1} de P_2O_5 , tendo como fonte, superfosfato simples amoniado com 3% de nitrogênio; 50 kg ha^{-1} de K_2O , tendo como fonte, cloreto de potássio para os dois experimentos.

Com relação à adubação nitrogenada realizada, no primeiro experimento que simulou ambiente com estresse de N, foram aplicados 20 kg ha^{-1} de N no plantio, sendo o nutriente proveniente da adubação fosfatada. No segundo experimento, que simulou ambiente sem estresse de nitrogênio, foram aplicados 120 kg ha^{-1} de N, sendo 20 kg ha^{-1} aplicado na semeadura proveniente da adubação fosfatada e 100 kg ha^{-1} , na forma de uréia, aplicado em cobertura e parcelado em duas vezes, sendo a primeira aos 15 e a segunda aos 30 dias após a emergência

das plântulas, conforme recomendação de Rosolem; Marubayashi (1994). Apesar de não haver recomendação específica para a região, as doses foram escolhidas visando atender a necessidade do estudo, ou seja, uma dose mínima que resultasse em estresse para diferenciação dos genótipos estudados e outra simulando ambiente ideal. Como a recomendação para outras regiões variam entre 80 e 100 kg ha^{-1} de N (SANTOS; FAGERIA, 2007), optou-se por garantia em trabalhar com uma dose pouco acima da recomendada.

Amostraram-se cinco plantas aleatórias e representativas para avaliar as seguintes características: Diâmetro de caule: medindo-se no colo da planta com paquímetro digital; Altura da planta: medindo-se do colo da planta até o final da haste principal; Altura de inserção da primeira vagem: medindo-se do solo até o ponto de inserção da primeira vagem; Número de vagens por planta: sendo obtido pela contagem do número total de vagens por planta; Número de grãos por vagem: obtido pelo número total de grãos e dividindo o resultado pelo número total de vagens; Massa de cem grãos: tomando-se cem grãos da área útil pesando e corrigindo a umidade para 13%; Produtividade de grãos: feita pelo peso de grãos da área útil em quilogramas, com correção para 13% de umidade, transformando os dados para kg ha^{-1} .

Os dados experimentais foram submetidos à análise individual e, posteriormente, à análise conjunta de variância, com aplicação do teste F. A análise conjunta foi realizada sob condições de homogeneidade das variâncias residuais. Para as comparações entre as médias de tratamentos, foi utilizado o teste de Tukey a 5% de probabilidade. Utilizou-se, para tais

análises, o programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2000).

Resultados e Discussão

Com relação à característica diâmetro de caule (Tabela 1), a dose de nitrogênio não influenciou de forma diferenciada os genótipos avaliados. Observa-se que o ambiente com

significância entre os fatores ambientes e genótipos, ou seja, a dose de nitrogênio não influenciou de forma diferenciada a altura entre genótipos. O ambiente com alta dose de N resultou em maiores alturas de planta. Com relação aos genótipos, o cultivar Princesa obteve maior altura de planta, apesar de não diferir significativamente dos cultivares IAC-Eté, IAC-Diplomata, IPR-Saracura

Tabela 1. Médias de diâmetro de caule de doze genótipos de feijão comum cultivados no sul do Estado de Tocantins, na entressafra de 2010

Genótipo	Diâmetro (mm)		Média
	Baixo N	Alto N	
IAC-Eté	6,6	7,0	6,8 a
Safira	6,4	7,0	6,7 a
BRS-Grafite	6,5	7,0	6,7 a
IAC-Diplomata	6,6	6,7	6,7 a
IAC-Centauro	5,3	6,8	6,0 ab
BRS-Esplendor	5,6	6,5	6,0 ab
Princesa	6,1	5,8	5,9 ab
IPR-Saracura	5,4	6,1	5,8 ab
BRS-Marfim	5,6	5,4	5,5 b
CNFC-10406	5,1	5,6	5,4 b
IAC-Una	4,7	6,0	5,4 b
IPR-Colibri	4,7	5,5	5,1 b
Média	5,7 B	6,3 A	
C.V. (%)		11,45	

Nota: Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

alta dose de nitrogênio promoveu maiores diâmetros do que o ambiente com estresse de N (baixa dose de N). O cultivar IAC-Eté obteve o maior diâmetro de caule, porém, sem diferir significativamente das cultivares que apresentaram diâmetro superior a 5,8 cm. Coelho et al. (2007) apresentam esta característica como a menos discriminante e de pouca relevância para identificar diferença genética.

Na tabela 2, encontram-se as médias de altura de planta e altura de inserção da primeira vagem para os ambientes com baixa e alta dose de nitrogênio. Constata-se a não

e Safira. Salgado et al. (2011), estudando o comportamento de quatorze genótipos de feijão na região sul do Tocantins, observaram variação de 67 a 108 cm de altura com aplicação de adubação nitrogenada de 80 kg ha⁻¹, corroborando com os resultados obtidos neste trabalho.

A interação dos fatores genótipos e ambientes não foi significativa para a característica altura de inserção de primeira vagem (Tabela 2), demonstrando que a dose de nitrogênio não promoveu resposta diferenciada nos genótipos. O grupo que

Tabela 2. Médias de altura de planta (AP) e altura de inserção da primeira vagem (AIPV) de doze genótipos de feijão comum cultivados no sul do Estado de Tocantins, na entressafra de 2010

Genótipo	AP (cm)			AIPV (cm)		
	Baixo N	Alto N	Média	Baixo N	Alto N	Média
IAC-Eté	70	82,9	76,4 a	21,2	20,2	20,7 bc
Safira	60,3	69,8	65,0 abc	19,4	21,6	20,5 bc
BRS-Grafite	55,6	65,7	60,7 bcd	21,8	23,0	22,4 abc
IAC-Diplomata	62,4	72,6	67,5 ab	27,8	25,7	26,8 a
IAC-Centauro	52,5	71,6	62,1 bcd	22,7	21,0	21,8 bc
BRS-Esplendor	46,9	59,7	53,3 cd	20,2	24,5	22,4 abc
Princesa	69,2	85,1	77,1 a	24,3	24,6	24,4 ab
IPR-Saracura	65,2	67,1	66,1 abc	20,0	20,8	20,4 bc
BRS-Marfim	51,5	56,3	53,9 cd	21,4	20,4	20,9 bc
CNFC-10406	48,3	64,8	56,6 bcd	21,5	21,9	21,7 bc
IAC-Una	45,0	54,3	49,6 d	19,5	21,5	20,5 bc
IPR-Colibri	44,2	56,8	50,5 d	17,3	19,8	18,5 c
Média	55,9 B	67,2 A		21,4 A	22,1 A	
C.V. (%)		12,66			13,26	

Nota: Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

apresenta as maiores médias para esta característica foi composto por quatro cultivares (IAC-Diplomata, Princesa, BRS-Grafite e BRS-Esplendor) com altura superior a 22 cm. Observa-se que, nos dois ambientes, todos os cultivares obtiveram altura de primeira vagem superior a 15 cm, estando aptas à colheita mecanizada. Salgado et al. (2011) obtiveram, para esta característica, alturas que variaram de 12,11 a 27,55 cm, entre elas, o cultivar BRS-Esplendor com 18,44 cm, altura inferior à obtida neste estudo nos dois ambientes.

A colheita mecanizada indispensável à expansão da área de cultivo do feijoeiro encontra um entrave em uma das características agrônômicas da cultura que é altura de inserção de primeira vagem. Silveira (1991) salienta que esta prática só é viável quando as vagens inferiores da planta apresentarem-se à, no mínimo, 15 cm acima

da superfície do solo. Além da mecanização da cultura, a falta de contato das vagens com o solo minimiza a contaminação por patógenos de solo, o que favorece um bom estado fitossanitário das vagens, e impede o apodrecimento destas pelo excesso de umidade.

Para número de vagens por planta (Tabela 3), semelhante ao que aconteceu com altura de planta, altura de inserção de primeira vagem e diâmetro de caule, o ambiente não influenciou de forma diferenciada nos genótipos avaliados. O ambiente com maior dose de nitrogênio resultou em maior número de vagens por planta. Os cultivares IAC-Eté, Princesa, IAC-Una e IAC-Centauro compuseram o grupo de genótipos com maior número de vagens por planta (acima de 10,8 vagens por planta). Salgado et al. (2011), trabalhando com 14 genótipos, no período da entressafra, no Estado do Tocantins,

Tabela 3. Médias de número de vagens por planta (NVP) e número de sementes por vagem (NSV) de doze genótipos de feijão comum cultivados no sul do Estado de Tocantins, na entressafra de 2010

Genótipo	NVP			NSV		
	Baixo N	Alto N	Média	Baixo N	Alto N	Média
IAC-Eté	13	17,2	15,1 a	4,3 abcdA	3,1 deB	3,7
Princesa	12,4	14,8	13,6 ab	3,4 cdeB	4,6 abcA	4,0
IAC-Una	7,9	13,7	10,8 abc	4,3 abcdA	3,4 cdeA	3,9
IAC-Centauro	7,3	14,3	10,8 abc	4,0 abcdeB	5,3 aA	4,6
BRS-Esplendor	8,7	12,6	10,7 bc	5,4 aA	4,7 abcA	5,0
IPR-Saracura	9,1	11,8	10,5 bc	4,9 abA	4,7 abcA	4,8
IAC-Diplomata	7,0	12,8	9,9 bc	3,8 bcdeB	5,0 abA	4,4
IPR-Colibri	7,3	11,8	9,5 bc	4,8 abcA	4,5 abcdA	4,6
Safira	6,9	11,8	9,3 bc	4,7 abcA	4,6 abcA	4,7
BRS-Marfim	8,5	9,9	9,2 bc	2,7 eA	2,8 eA	2,8
BRS-Grafite	7,3	10,7	9,0 c	3,7 bcdeA	3,1 deA	3,4
CNFC-10406	6,8	9,9	8,3 c	3,0 deA	3,6 bcdeA	3,3
Média	8,5 B	12,6 A		4,1	4,1	
C.V. (%)		24,72			14,71	

Nota: Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

obtiveram, para 10 genótipos, número de vagens por planta abaixo de 20 e para quatro genótipos, acima de 20 vagens por planta, com destaque para o cultivar Uirapuru (41,66 vagens por planta). Franco et al. (2008) obtiveram influência de doses de nitrogênio para número de vagens por planta. Andrade et al. (2004), trabalhando com três níveis de adubação e com três cultivares, obtiveram diferença entre os níveis de adubação para esta característica, obtendo os melhores resultados com a maior dose de adubo.

Com relação à característica número de sementes por vagem (Tabela 3) houve significância entre os fatores ambientes e genótipos, ou seja, a dose de nitrogênio influenciou de forma diferenciada os genótipos avaliados, demonstrando que existe diferença entre os genótipos quanto à utilização do nitrogênio. No tocante ao ambiente com baixa dose de nitrogênio, o cultivar BRS-Esplendor, apesar de não

diferir significativamente dos genótipos que apresentaram número de sementes por vagens igual ou superior a quatro, foi a que obteve o maior número médio de sementes por vagem (5,4). No ambiente com alta dose de nitrogênio, o cultivar IAC-Centauro obteve o maior número de sementes por vagem, porém igual aos cultivares IAC-Diplomata, IPR-Saracura, BRS-Esplendor, Safira, Princesa e IPR-Colibri. Oito dos doze genótipos não responderam de forma positiva ao acréscimo de N, entretanto, os cultivares Princesa, IAC-Centauro e IAC-Diplomata responderam positivamente ao acréscimo do nitrogênio. Salgado et al. (2011) observaram diferença entre genótipos para esta característica que variou entre 7 e 15 sementes por vagens. Andrade et al. (2004), usando três níveis de adubação, não observaram diferença para esta característica.

Para característica massa de cem grãos (Tabela 4) verifica-se interação significativa

Tabela 4. Médias de massa de cem grãos (MCG) e Produtividade de grãos (PG) de doze genótipos de feijão comum cultivados no sul do Estado de Tocantins, na entressafra de 2010

Genótipo	MCG (g)			PG (kg ha ⁻¹)		
	Baixo N	Alto N	Média	Baixo N	Alto N	Média
IPR-Saracura	26,5aA	29,2abA	27,8	1553abcA	1795 bcdA	1674
BRS-Grafite	26,2aA	28,6abcA	27,4	1182abcB	2328abcA	1755
IAC-Centauro	23,0abcB	30,6aA	26,8	952bcB	2563abA	1758
BRS-Marfim	24,7abA	26,2abcdA	25,4	571cA	1060dA	816
CNFC-10406	23,7abcA	25,9abcdA	24,8	876bcB	1737bcdA	1307
IPR-Colibri	22,5abcB	26,4abcdA	24,5	1018bcB	2254abcA	1636
IAC-Diplomata	23,3abcA	24,9bcdA	24,1	826bcB	2285abcA	1555
IAC-Eté	23,3abcA	23,9cdeA	23,6	2246aA	1255cdB	1750
IAC-Una	20,2bcB	24,4bcdeA	22,3	841bcB	1859bcdA	1350
Princesa	20,8bcA	22,8deA	21,8	1700abB	3133aA	2417
BRS-Esplendor	19,6cA	19,6efA	19,6	1101bcA	1423cdA	1262
Safira	19,8bcA	17,2fA	18,5	1062bcA	1348cdA	1205
Média	22,8	25,0		1161	1920	
C.V. (%)	8,45			30,30		

Nota: Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

dos fatores, ou seja, o nitrogênio influenciou de forma diferenciada os genótipos. Nove dos doze genótipos não responderam ao acréscimo de N. Os cultivares IAC-Centauro, IPR-Colibri e IAC-Una responderam positivamente ao acréscimo de N aumentando suas massas de cem grãos. O cultivar IPR-Saracura, independente do nível de N, apresentou maior massa de cem grãos, apesar de não diferir dos genótipos que apresentaram massa de cem grãos igual ou superior a 23 g (ambiente com estresse de N) e a 26 g (ambiente sem estresse de N). Salgado et al. (2011) encontraram resultados, em média, superior aos obtidos neste trabalho. Andrade et al. (2004) constataram

influência positiva do aumento da adubação nitrogenada nesta característica.

Com relação à produtividade de grãos (Tabela 4), a interação influenciou de forma diferenciada os genótipos analisados. Sete dos doze genótipos avaliados responderam de forma positiva ao acréscimo do elemento nitrogênio, sendo eles os cultivares BRS-Grafite, IAC-Centauro, IPR-Colibri, IAC-Diplomata, IAC-Una, Princesa e a linhagem CNFC-10406. O cultivar IAC-Eté respondeu de forma negativa a este acréscimo, mostrando-se ser mais produtivo em ambiente sob estresse nutricional, por ser mais rústico que os demais cultivares. Resposta negativa à aplicação de nitrogênio

em feijão também foi obtida por Furtini et al. (2006) com a linhagem MA-I-2.5, onde foi levantada a hipótese de maior desenvolvimento vegetativo em presença de N em detrimento da fase reprodutiva.

No ambiente com estresse de nitrogênio, a produtividade ficou acima da média nacional que é de 842 kg ha⁻¹ (CONAB, 2011) para nove genótipos. Observa-se que o cultivar IAC-Eté foi o que obteve maior média de produtividade 2245,8 kg ha⁻¹, entretanto não diferenciou significativamente das cultivares Princesa, IPR-Saracura e BRS-Grafite. Trabalho realizado por Dorcinvil et al. (2010) no qual foram avaliados 36 genótipos, em ambiente com e sem estresse de N em duas estações de plantio, persistiu observar que a falta de nitrogênio foi limitante, entretanto, mesmo com o estresse de nitrogênio, dependendo da época de plantio e do genótipo utilizado, a produtividade média atingiu mais de 2000 kg ha⁻¹.

No ambiente sem estresse de N, a média de produtividade variou entre 1000 a 3135 kg ha⁻¹, sendo que o cultivar Princesa obteve maior produtividade 3133,4 kg ha⁻¹, apesar de não diferir dos cultivares IAC-Centauro, BRS-Grafite, IAC-Diplomata e IAC-Colibri. Oito genótipos obtiveram produtividade superior à média do estado de Minas Gerais (1424 kg ha⁻¹) que é o segundo maior estado produtor desta cultura (Conab, 2011, Borém; Carneiro, 2006). Salgado et al. (2011) obtiveram, no estado do Tocantins (Gurupi – TO), produtividade de grãos acima de 1400 kg ha⁻¹ para todos os genótipos avaliados, com destaque para o cultivar Uirapuru, com produtividade de 3132,86 kg ha⁻¹, corroborando com os

valores obtidos neste trabalho. Franco et al. (2008), trabalhando com seis tratamentos de adubação nitrogenada e um cultivar, verificaram a influência positiva do aumento da dose de nitrogênio no rendimento de grãos em plantio direto. Dorcinvil et al. (2010) também obtiveram produtividade acima de 3000 kg ha⁻¹ com acréscimo de nitrogênio.

Os genótipos IAC-Diplomata, IAC-Centauro, IPR-Colibri, IAC-Una, CNFC-10406, BRS-Grafite, BRS-Marfim, Princesa, BRS-Esplendor, Safira e IPR-Saracura tiveram um incremento na produtividade de 176,7%; 169,2%; 121,4%; 121%; 98,2%; 96,9%; 85,7%; 84,3%; 29,2%; 27% e 15,5%, respectivamente, com o aumento da adubação nitrogenada. Furtini et al. (2006) também encontraram incremento de até 17% com acréscimo de nitrogênio.

Conclusões

Existe diferença entre os genótipos quanto à utilização do nitrogênio.

Para as condições em estudo, o ambiente com maior dose de nitrogênio resultou em maior diâmetro de caule, altura de planta e número de vagens por planta.

Os genótipos BRS-Grafite, IAC-Centauro, IPR-Colibri, IAC-Diplomata, IAC-Una, Princesa e a linhagem CNFC-10406 responderam de forma diferenciada ao acréscimo de nitrogênio.

O cultivar Princesa (no ambiente sem estresse de N – 120 kg ha⁻¹) e o cultivar IAC-Eté (no ambiente com estresse de N – 20 kg ha⁻¹) obtiveram produtividades de grãos acima de 3000 kg ha⁻¹ e 2200 kg ha⁻¹, respectivamente.

Referências

- ANDRADE, C. A. B.; PATRONI, S. M. S.; CLEMENTE, E.; SCAPIM C. A. Produtividade e qualidade nutricional de cultivares de feijão em diferentes adubações. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.28, n. 5, p.1077-1086, 2004.
- BORÉM, A.; CARNEIRO, J. E. S. A cultura. In: VIEIRA, C.; PAULA JÚNIOR, T. J.; BORÉM, A (Ed.). **Feijão**. Viçosa: UFV. 1998. p.13-18.
- BROUGHTON, W. J.; HERNÁNDEZ, G.; BLAIR, M.; BEEBE, S.; GEPTS, P.; VANDERLEYDEN, J. Beans (*Phaseolus* spp.) - model food legumes. **Plant and Soil**, v.252, n.1, p.55-128, 2003.
- CARDOSO, S. M.; SORATTO, R. P.; SILVA, A. H.; MENDONÇA, C. G. Fontes e parcelamento do nitrogênio em cobertura, na cultura do milho sob plantio direto. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v.6, n.1, p.23-28, 2011.
- CARVALHO, M. F.; CRESTANI, F.; FARIAS, F. L.; COIMBRA, J. L. M.; BOGO, A.; GUIDOLIN, A. F. Caracterização da diversidade genética entre acessos crioulos de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) coletados em Santa Catarina por marcadores RAPD. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.38, n. 6, p.1522-1528, 2008.
- COELHO, C. M. M.; COIMBRA, J. L. M.; SOUZA, C. A.; BOGO, A.; GUIDOLIN, A. F. Diversidade genética em acessos de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). **Ciência Rural**, Santa Maria, v.37, n.5, p.1241-1247, 2007.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB. **Feijão. Series históricas**: área, produtividade e produção. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em: 11 abr. 2011.
- CURI, S.; CAMPELO JÚNIOR, J. H. Necessidades hídricas da cultura do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) na baixada cuiabana. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v.9, n.1, p.59-65, 2001.
- DIDONET, A. D. Ecofisiologia e rendimento potencial do feijoeiro. In: DEL PELOSO, M. J.; MELO, L. C. (Ed.). **Potencial de rendimento da cultura do feijoeiro**. Santo Antônio de Goiás, Embrapa Arroz e Feijão. 2005. p.9-37.
- DORCINVIL, R.; SOTOMAYOR-RAMÍREZ, D.; BEAVER, J. Agronomic performance of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) lines in an oxisol. **Field crops research**, Austrália, v.118, n.3, p.264-272, 2010.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306p.

FAGERIA, N. K.; BALIGAR, V. C. Enhancing nitrogen use efficiency in crop plants. **Advances in Agronomy**, Newark, v.88, n.1, p.97-185, 2005.

FAGERIA, N. K.; SANTOS, A. B.; STONE, L. F. **Manejo de nitrogênio em arroz irrigado**. Santo Antônio de Goiás: EMBRAPA Arroz e Feijão, 2003. 3p. (Circular Técnica).

FERREIRA, D. F. Análises estatísticas por meio do SISVAR para Windows versão 4.0. São Carlos. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45., São Carlos. **Anais...** São Carlos: 2000. p.225-258.

FIDELIS, R. R.; MIRANDA, G. V.; FALUBA, J. S. Capacidade de combinação de populações de milho tropicais sob estresse de baixo nitrogênio. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v.26, n. 3, p.358-366, 2010.

FRANCO, E.; ANDRADE, C. A. B.; SCAPIM, C. A.; FREITAS, S. L. Resposta do feijoeiro à aplicação de nitrogênio na semeadura e cobertura no sistema plantio direto. **Acta Scientiarum: Agronomy**, Maringá, v.30, n.3, p.427-434, 2008.

FURTINI, I. V.; RAMALHO, M. A. P.; ABREU, A. F. B.; FURTINI NETO, A. E. Resposta diferencial de linhagens de feijoeiro ao nitrogênio. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.36, n. 6, p.1696-1700, 2006.

PEEL, M. C.; FINLAYSON, B. L.; MCMAHON, T. A. Update world map of the Koppen-Geiger climate classification. **Hydrology and Earth System Sciences**, Göttingen v.11, n. 5, p.1633-1644, 2007.

ROSOLEM, C. A.; MARUBAYASHI, O. M. Seja o doutor do seu feijoeiro. **Arquivo do Agrônomo**, Piracicaba, v.68, n.7, p.1-18, 1994.

SALGADO, F. H. M.; FIDELIS, R. R.; CARVALHO, G. L.; SANTOS, G. R.; CANCELLIER, E. L.; SILVA, G. F. Comportamento de genótipos de feijão, no período da entressafra, no sul do estado de Tocantins. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v.27, n. 1, p.52-58, 2011.

SANTOS, A. B.; FAGERIA, N. K. Manejo do nitrogênio para eficiência de uso por cultivares de feijoeiro em várzea tropical. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.42, n.9, p.1237-1248, 2007.

SANTOS, A. B.; FAGERIA, N. K.; SILVA, O. F.; MELO, M. L. B. Resposta do feijoeiro ao manejo de nitrogênio em várzeas tropicais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.38, n.11, p.1265-1271, 2003.

SANT'ANA, E. V. P.; SANTOS, A. B.; SILVEIRA, P. Adubação nitrogenada na produtividade, leitura SPAD e teor de nitrogênio em folhas de feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v.40, n. 4, p.491-496, 2010.

SILVA, C. C.; SILVEIRA, P. M. Influência de sistemas agrícolas na resposta do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) irrigado à adubação nitrogenada em cobertura. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v.30, n. 1, p.86-96, 2000.

SILVEIRA, G. M. **As máquinas para colheita e transporte**. São Paulo: Globo, 1991. 184p.