

DESEMPENHO AGRONÔMICO DE CULTIVARES DE FEIJÃO EM FUNÇÃO DA ADUBAÇÃO FOSFATADA NO SUL DO ESTADO DO TOCANTINS¹

TAYNAR COELHO DE OLIVEIRA², JOEDNA SILVA², MANOEL MOTA DOS SANTOS², EDUARDO LOPES CANCELLIER², RODRIGO RIBEIRO FIDELIS^{2*}

RESUMO - O objetivo do trabalho foi avaliar o desempenho agronômico de cultivares de feijão comum em função da adubação fosfatada no sul do Estado do Tocantins. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso com 4 repetições. Os tratamentos foram constituídos por 19 cultivares de feijão comum submetida a baixo e alto nível de fósforo no solo (20 e 120 kg ha⁻¹ de P₂O₅ no plantio, respectivamente). O incremento de fósforo promoveu acréscimo nas médias de altura de planta, altura da inserção de primeira vagem, diâmetro de caule, número de vagens por planta, número de grãos por vagem, número de grãos por planta, massa de cem grãos e produtividade de grãos nas cultivares IAC-Centauro, IAC-Galante, IPR-Juriti e IPR-Eldorado. As cultivares IAC-Una e IPR-Siriri apresentaram maiores produtividades de grãos quando submetidas à aplicação de 120 kg de P₂O₅ ha⁻¹.

Palavras-chave: *Phaseolus vulgaris* L. Estresse mineral. Cerrado.

AGRONOMIC PERFORMANCE OF COMMON BEAN CULTIVARS ACCORDING TO PHOSPHATE FERTILIZING IN THE SOUTH OF TOCANTINS STATE

ABSTRACT - The aim of this study was evaluate the agronomic performance of common bean cultivars according to phosphate fertilizing in the south of Tocantins State. The experimental design was randomized blocks with four replications. The treatments were constituted by 19 common bean cultivars submitted to low and high levels of phosphorus in the soil (20 and 120 kg ha⁻¹ of P₂O₅ at planting, respectively). The increase of phosphorus promoted an addition in average of plant height, height of insertion of the first pod, stem diameter, number of pods per plant, number of grains per pod, number of grains per plant, weight of hundreds grain and grains yield an cultivars IAC-Centauro, IAC-Galante, IPR-Juriti and IPR-Eldorado. The cultivars IAC-Una and IPR-Siriri present higher grains yield when submitted to the application of 120 kg ha⁻¹ of P₂O₅.

Key-words: *Phaseolus vulgaris* L. Mineral stress. Cerrado (Savanna)

*Autor para correspondência.

¹Recebido para publicação em 23/04/2012; aceito em 24/02/2014

²Universidade Federal do Tocantins, UFT, Campus Universitário de Gurupi, Produção Vegetal, Caixa Postal 66, 77402-970, Gurupi-TO; taylorcoelho@hotmail.com; joedna@uft.edu.br; santosmm@uft.edu.br; educancellier@gmail.com; fidelisrr@uft.edu.br.

INTRODUÇÃO

O feijão, juntamente com o arroz faz parte da alimentação diária de boa parte da população brasileira, mostrando assim sua importância sócio-econômica no cenário nacional. Além disso, o feijão possui excelentes propriedades nutricionais, sendo uma das fontes de proteína mais consumida pela população, isso pode está relacionado por ser um produto acessível (AIDAR et al., 2002).

O Brasil possui grandes extensões de áreas disponíveis para serem cultivadas, especificamente, na região norte onde se concentra boa parte delas. Embora, o cultivo do feijão comum seja bastante difundido no Brasil, talvez ainda necessite de ajustes no manejo da fertilidade do solo nesses ambientes. A produtividade média nacional das três safras 2012/2013 do feijão, segundo a Companhia Nacional de Abastecimento de aproximadamente 910 kg ha⁻¹ e a produtividade do Tocantins na safra de inverno foi 1.305,00 kg ha⁻¹ (CONAB, 2014). Neste sentido, Ramalho et al. (1993) mencionam que diversas são as causas atribuídas à baixa produtividade da cultura do feijoeiro no Brasil, entre elas, diversidade de sistemas de cultivo, utilização de cultivares não adaptadas, suscetibilidade a pragas e fitopatógenos, baixo índice de utilização de insumos e suscetibilidade a estresse ambiental.

No Estado do Tocantins, cultiva-se tradicionalmente no período de safra, arroz, soja, milho e abacaxi nas áreas em solos de terras altas. Como nova alternativa de cultivo no Estado, o feijão comum irrigado na entressafra, vem ganhando destaque, visto que, a abundância hídrica e condições edafoclimáticas conferem ao Estado grande potencial para utilização dessas áreas.

O fósforo (P) é um nutriente indispensável para o desenvolvimento da planta e para isso obviamente tem função que não pode ser substituída por nenhum outro nutriente, desempenha papel importante no componente estrutural, tendo como função o armazenamento e transferência de energia (MALAVOLTA, 2006). As limitações na disponibilidade de P no início do ciclo vegetativo do feijoeiro

podem resultar em restrições no desenvolvimento, uma vez que o fornecimento de P para as plantas sempre é feito na sementeira das quais a planta não se recupera posteriormente (GRANT et al., 2001). Fageria (1998b) verificou que o peso seco da parte aérea e seu teor de P são mais sensíveis em solo deficiente de fósforo, sendo que o comprimento das raízes foi influenciado de forma negativa ao aumento de nível do nutriente no solo, demonstrando assim que em solos deficientes em fósforo, as raízes crescem mais para explorar o maior volume de solo.

Diversos trabalhos relatam a influência positiva do fósforo na produtividade da cultura do feijoeiro (FAGERIA et al., 2003; VIANA et al., 2011 e ZUCARELI et al., 2011). Apesar de alguns estudos realizados por (FAGERIA E SANTOS, 1998; FAGERIA, 1998) com a cultura do feijão no estado do Tocantins, ainda faltam estudos sobre o efeito do P nas condições do Estado, desta forma este trabalho vem contribuir para o avanço do conhecimento do comportamento da adubação fosfatada nos solos do cerrado tocaninense.

Objetivou-se com esse trabalho avaliar desempenho agrônômico de cultivares de feijão em função da adubação fosfatada no sul do estado do Tocantins.

MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos (alto e baixo nível de P) foram conduzidos na safra de inverno do ano de 2010, na estação experimental da Universidade Federal do Tocantins, Campus Universitário de Gurupi, localizado a 11° 43' 45" de latitude sul e 49° 04' 07" longitude oeste, a 280m de altitude. O clima da região é do tipo mesotérmico com chuvas de verão e inverno seco (KOPPEN, 1948). De acordo com Embrapa (2006) o solo foi classificado como Latossolo Vermelho – Amarelo distrófico, textura média. O resultado da análise química e física do solo na camada 0-20 cm antes e depois da instalação do experimento encontra-se na Tabela 1, sendo que a amostragem foi realizada em toda a área, ou seja, na linha e entrelinha da cultura.

Tabela 1. Resultados da análise química e física do solo nos dois anos de cultivo.

Amostras	Atributos químicos							Atributos físicos				
	pH	M.O	P	K	Ca+Mg	H+Al	Al	SB	V	Areia	Silte	Argila
	CaCl ₂	%	mg dm ⁻³			cmol dm ⁻³			%	g kg ⁻¹		
AS	5,1	1,5	4,9	25,5	1,1	1,4	0,0	1,1	45,1	737,9	26,1	236,0
DSAP	5,3	1,2	6,3	31,0	2,6	1,6	0,0	2,7	61,80	-----		
DSBP	5,4	1,1	3,2	23,6	3,1	3,0	0,0	3,2	51,4	-----		

AS- amostragem do solo 20 dias antes da sementeira; DSAP- amostragem do solo 150 dias após a sementeira na área do alto fósforo; DSBP- amostragem do solo 150 dias após a sementeira na área do baixo fósforo.

O preparo do solo foi realizado de forma convencional, com uma aração e duas gradagens em ambos os experimentos. Cada experimento foi conduzido em delineamento em blocos ao acaso com quatro repetições. Para realização deste estudo, foram usadas sementes de dezenove cultivares de feijão comum do grupo comercial Carioca (IAC-Carioca Eté, IAC-Carioca Tybatã, IPR-Saracura, IPR-Juriti, IPR-Colibri, IPR-Eldorado, IPR-Siriri, IPR-Tangará e IPR-139), Preto (IAC-Diplomata, IPR-Gralha, IPR-Tiziu, IPR-Graúna, IPR-Chopim e IAC-Una), Mulatinho (IAC-Centauro), Rosinha (IAC-Galante), Rajado Vermelho (IAC-Boreal) e Pintado (IPR-Corujinha), provenientes do Instituto Agronômico de Campinas (IAC) e Instituto Agronômico do Paraná (IAPAR).

Desta forma, visando simular ambientes com baixo e alto nível de fósforo, foram utilizadas as doses de 20 e 120 kg ha⁻¹ de P₂O₅ no sulco de semeadura dia 02 de julho de 2010, respectivamente, na forma de superfosfato simples amoniado (17% de P₂O₅, 3% de N, 15% de Ca e 10% de S). Utilizou-se ainda 70 kg ha⁻¹ de K₂O na forma de cloreto de potássio e para a adubação de cobertura, 90 kg ha⁻¹ de N, aplicadas 20 dias após a emergência da cultura na forma de ureia, sendo que a adubação foi realizada no estágio V4 do desenvolvimento da cultura que apresentam mais de 50% da 3ª folha trifoliolada aberta.

Cada parcela experimental foi constituída por quatro linhas de 4,0 m de comprimento, espaçadas de 0,45 m, visando obter um estande final de 12 plantas por metro. Como área útil foram consideradas as duas linhas centrais com 3,0 m de comprimento cada, desprezando-se 0,50 m das extremidades de cada linha.

As sementes foram submetidas ao tratamento com inseticida do grupo químico Pirazol (50 g i.a./100 kg de sementes) e fungicida pertencente ao grupo químico Benzimidazol e Dimetiltiocarbamato (45+105 g i.a./100 kg de sementes). O controle de plantas daninhas foi realizado até o florescimento, por meio de capina manual. Aplicou-se uma vez o inseticida pertencente ao grupo químico Organofosforado (500 g i.a. ha⁻¹), aos 34 dias após a semeadura.

A irrigação foi realizada de acordo com as necessidades da cultura e seguindo recomendação para Santo Antônio de Goiás - GO (CURI e 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 (metros de coluna d'água) propiciou lâmina d'água de 5,2 mm/hora.

Para verificar o desempenho agronômico dos genótipos de feijão comum em função da adubação de fósforo, amostraram-se cinco plantas aleatórias em cada parcela no estágio reprodutivo R9 (mais 50% das plantas com mudança de cor nas vagens), sendo que o arranquio e trilhamento das plantas do feijoeiro

foram realizado manualmente e secados a pleno sol. As características avaliadas foram: altura da planta (cm) - medindo do colo da planta até o final da haste principal; altura de inserção de primeira vagem (cm) - medindo do solo até o ponto de inserção da primeira vagem; diâmetro de caule (mm) - medindo-se do colo da planta com paquímetro digital; número de vagens por planta (und) - sendo obtido pela contagem do número total de vagens por planta; número de grãos por vagem (und) - obtido por meio do número total de grãos oriundos da planta e dividindo o resultado pelo número total de vagens; número de grão por planta (und) - obtido por meio do número total de grãos oriundos da planta e dividindo o resultado pelo número total de vagens; número de grão por planta - obtido por meio do número total de grãos oriundos da planta; massa de 100 grãos (g) - tomando-se cem grãos da área útil pesando e corrigindo o teor de água do grão para 13%; produtividade de grãos - feito por meio da massa de grãos da área útil e das cinco plantas coletadas aleatoriamente em quilogramas, com correção para 13% do teor de água no grão transformando os dados para kg ha⁻¹.

Os dados climatológicos durante o desenvolvimento da cultura pode ser visualizado na Figura 1.

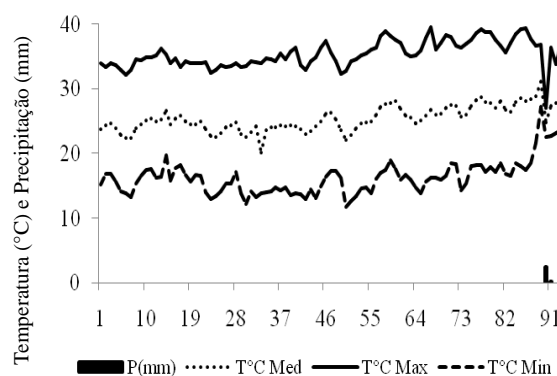


Figura 1. Dados de precipitação, temperatura máxima, média e mínima dos três meses da condução do experimento (Fonte: Estação Climatológica de Gurupi – TO).

Os dados experimentais foram submetidos à análise individual e conjunta de variância, com aplicação do teste F. Após a realização da análise individual observou-se os valores do maior e do menor quadrado médio do resíduo. Segundo Pimentel Gomes (1990) a relação entre quadrado médio do resíduo maior e do menor deve ser no máximo 7:1 para proceder à análise conjunta, demonstrando assim que os valores do presente trabalho estão de acordo com a recomendação. A análise conjunta foi realizada sob condições de homogeneidade das variâncias residuais, demonstrando que os dados do presente trabalho estão de acordo com o estabelecido por Pimental Costa (2009) que o quociente do quadrado médio do resíduo maior e menor deve ser menor que 7. Para as comparações entre as médias dos cultivares utilizou-

se o teste Scott-Knott e entre as médias dos ambientes o teste Tukey a 5% de probabilidade em ambos os testes. As análises foram realizadas com a utilização do aplicativo computacional SISVAR versão 5.3 (FERREIRA, 2008).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Analisando os dados da Tabela 2, observa-se efeito significativo da interação genótipo versus ambiente para as características altura de inserção da

primeira vagem, número de vagem por planta, número de grãos por planta, massa de cem grãos e produtividade de grãos. Desta forma, realizou-se o desdobramento dos fatores genótipos e ambientes. Observa-se efeito não significativo da interação para as características altura de planta, diâmetro de caule e número de grãos por vagem, evidenciando que os fatores são independentes, ou seja, os genótipos não foram influenciados de forma diferente pelos ambientes sendo, portanto, estudados isoladamente. Pode-se observar, ainda, a significância para todas as características nos fatores genótipos e ambiente.

Tabela 2. Resumo da análise de variância das características altura de planta (AP), altura de inserção da primeira vagem (AIPV), diâmetro do caule (DC), número de vagens por planta (NVP), número de grãos por vagens (NGV), número de grãos por planta (NGP), massa de 100 grãos (M100) e produtividade de grãos (PG) de dezenove cultivares de feijão comum, submetidas à alto (adubação com 120 kg ha⁻¹ de P₂O₅) e baixo (adubação com 20 kg ha⁻¹ de P₂O₅) nível de fósforo no solo. Gurupi - Tocantins, 2010.

Fonte de Variação	QUADRADO MÉDIO								
	GL	AP	AIPV	DC	NVP	NGV	NGP	M100	PG
Bloc/Amb	6	47,94 ^{ns}	7,53 ^{ns}	0,56 ^{ns}	4,13 [*]	0,70 ^{ns}	53,29 ^{ns}	1,74 ^{ns}	142440,81 ^{**}
Genótipo(G)	18	582,05 ^{**}	36,31 ^{**}	2,80 ^{**}	24,38 ^{**}	1,29 ^{**}	429,87 ^{**}	245,98 ^{**}	162379,17 ^{**}
Ambiente(A)	1	9645,61 ^{**}	431,69 ^{**}	36,19 ^{**}	1182,51 ^{**}	5,85 ^{**}	16001,70 ^{**}	118,29 ^{**}	22932200,27 ^{**}
G x A	18	57,24 ^{ns}	10,90 ^{**}	0,42 ^{ns}	9,26 ^{**}	0,89 ^{ns}	170,54 ^{**}	6,45 ^{**}	98503,30 [*]
Resíduo	108	62,39	5,18	0,45	1,80	0,56	49,00	3,19	52717,37
Média		49,9	18,37	5,12	7,17	3,08	23,03	24,53	999,81
CV(%)		13,25	12,39	13,12	18,73	24,44	30,39	7,29	22,91

^{ns} não significativo; ^{**} significativo para P ≤ 0,01; ^{*}Significativo para P ≤ 0,05 pelo teste F.

Os elevados coeficientes de variação (CV%) para o variável número de grãos por vagem, número de grãos por plantas e produtividade de grãos, não são, necessariamente, consideradas inadequadas para ensaios de condições de estresse (BLUM, 1988). Segundo Oliveira et al. (2009) o método descrito por Costa et al. (2002) é mais que suficiente para a determinação das faixas de classificação dos CV em experimentos com feijão. De acordo Oliveira et al. (2009) a descrição de Costa et al. (2002) indica que os valores do coeficiente de variação para as características altura de planta, número de vagens por planta, massa de 100 grãos e produtividade de grãos no presente estudo estão na faixa de distribuição de CV médio, enquanto que, a número de grãos por vagem foi enquadrado como muito alto o resultado do coeficiente de variação.

Para a característica altura de planta verifica-se que os cultivares que compuseram o grupo estatístico de maior média foram IPR-139 e IPR-Chopim, com 65,6 e 64,3 cm, respectivamente (Tabela 3). O genótipo IPR-Eldorado foi o que obteve a menor média, correspondendo a 32,9 cm. Nota-se também, que o incremento do fósforo resultou em maior altura de planta. Os resultados corroboram com os obtidos por Lynch et al. (1991) que também observaram menor crescimento de feijoeiro em solo com baixa disponibilidade de fósforo. Fan et al. (2003) constataram que o cultivo do feijoeiro em condições de deficiência de fósforo, reduz o crescimento e atrasa o desenvolvimento radicular. Salgado et al. (2011)

avaliaram o desempenho de genótipos de feijão comum em Gurupi-TO e, encontraram variação de 67 a 108 cm de altura de planta. Simone et al. (1992) revelaram que a planta ideal de feijão para colheita mecanizada, precisa de altura superior a 50 cm. Um ponto importante a destacar da altura de planta é que normalmente plantas altas apresentam maior índice de acamamento, estando em relação à planta de menor porte propicia a maior ocorrência de tombamento de plantas causada pela ação de vento, desta forma, evidencia-se que o resultado deste estudo mostrou-se satisfatório para essa característica.

Com relação à altura da inserção da primeira vagem no ambiente de alto nível de fósforo, constata-se que o cultivar IAC-Carioca Eté obteve a maior inserção de primeira vagem, apesar de não diferir significativamente dos cultivares que apresentaram médias acima de 19,9 cm (Tabela 3). O cultivar IPR-Eldorado foi a que apresentou menor AIPV, sem portanto, diferir dos que obtiveram média inferior a 18,7cm. No ambiente de baixo nível de fósforo o cultivar IPR-Tangará teve maior média, sem portanto, diferir dos cultivares que tiveram médias acima de 17,4 cm. Ainda assim, os valores são considerados satisfatórios para a região, pois permite colheita mecanizada (acima de 12 cm). Desdobrando ambiente dentro de cultivares, observa-se que a maioria dos cultivares não responderam ao acréscimo do P. Os cultivares IAC-Carioca Eté, IAC-Carioca Tybatã, IPR-Siriri, IPR-Colibri, IPR-Chopim, IAC-Galante, IPR-Gralha, IPR-Graúna e IPR-Corujinha, responde-

Tabela 3. Altura de planta (AP) e altura de inserção de primeira vagem (AIPV) de dezenove cultivares de feijão comum, submetidas à alto (adubação com 120 kg ha⁻¹ de P₂O₅) e baixo (adubação com 20 kg ha⁻¹ de P₂O₅) nível de fósforo no solo. Gurupi- Tocantins, 2010.

Genótipos	AP (cm)			AIPV (cm)		
	Alto P	Baixo P	Média	Alto P	Baixo P	Média
IAC- Centauro	52,1	34,6	43,3 d	18,2 bA	18,5 aA	18,3
IAC- Galante	56,2	47,3	52,6 c	22,9 aA	15,4 bB	19,7
IAC- Boreal	49,0	38,0	42,8 d	21,0 aA	18,3 aA	19,5
IPR- Corujinha	55,6	40,1	47,8 d	21,0 aA	13,3 bB	17,2
IAC-Carioca Eté	67,5	44,1	55,8 c	25,0 aA	18,7 aB	21,8
IAC-Carioca Tybatã	70,8	46,5	58,6 b	21,2 aA	17,4 aB	19,3
IPR- Saracura	60,3	41,2	50,7 c	18,1 bA	16,1 bA	17,1
IPR- Juriti	59,6	53,3	56,5 c	16,5 bA	15,1 bA	15,8
IPR- Colibri	48,8	33,4	41,1 d	21,4 aA	15,9 bB	18,6
IPR- Eldorado	41,2	24,6	32,9 e	14,8 bA	12,8 bA	13,8
IPR- Siriri	49,5	33,9	41,7 d	19,9 aA	16,6 bB	18,2
IPR- Tangará	57,7	47,3	52,5 c	21,8 aA	22,1 aA	22,0
IPR- 139	68,8	62,4	65,6 a	20,8 aA	18,9 aA	19,9
IPR- Gralha	59,3	36,9	48,1 d	18,3 bA	15,0 bB	16,6
IAC- Diplomata	58,4	36,5	47,5 d	22,8 aA	20,2 aA	21,5
IAC- Una	50,3	35,7	43,0 d	18,5 bA	15,7 bA	17,1
IPR- Tiziu	64,4	53,3	58,8 b	18,7 bA	15,6 bA	17,2
IPR- Graúna	53,7	36,1	44,9 d	18,6 bA	14,4 bB	16,5
IPR- Chopim	75,8	52,9	64,3 a	21,3 aA	15,6 bB	18,4
Média	57,86 A	41,93 B		20,06	16,69	

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste Scott-Knott e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

ram positivamente ao incremento de fósforo com aumento da altura de inserção de primeira vagem. Resultados semelhantes foram obtidos por Zucareli et al. (2006) que estudando doses de fósforo em feijoeiro, observaram altura de inserção da primeira vagem oscilando entre 18,6 a 22,6cm.

A altura da inserção de primeira vagem é de grande relevância para a cultura do feijão, tendo em vista, que boa altura facilita os tratamentos culturais, além de ser um dos principais requisitos para minimizar perdas na colheita mecanizada, pois evita o contato direto das vagens com o solo, promovendo assim melhor estado fitossanitário das sementes (SALGADO et al., 2012). Observa-se que AIPV também pode incrementar no rendimento de grãos, portanto, torna-se interessante aos melhoristas selecionarem genótipos que apresentam essa característica próximo ao indicado em torno de 15cm dessa ca-

racterística para colheita mecanizada, pois permitiu um melhor aproveitamento da planta para formação de vagens.

Quanto à característica diâmetro de caule (Tabela 4), observa-se que o incremento de fósforo promoveu maiores diâmetro de caule. Os cultivares IPR-Chopim, IPR-Tangará, IAC-Galante, IPR-Corujinha, IPR-Juriti e IAC-Carioca Tybatã, obtiveram média de diâmetro de caule variando entre 6,21 e 5,54 mm. Coelho et al. (2007) apresentaram essa característica com pouca relevância para identificação de divergência genética. Por outro lado, o diâmetro de caule apresenta função importante no processo de mecanização, visto que, o DC maior além de promover uma melhor sustentação da planta, evitando assim índice elevado de acamamento.

Tabela 4. Diâmetro de caule (DC) e número de vagens por planta (NVP) de dezenove cultivares de feijão comum, submetidas à alto (adubação com 120 kg ha⁻¹ de P₂O₅) e baixo (adubação com 20 kg ha⁻¹ de P₂O₅) nível de fósforo no solo. Gurupi-Tocantins, 2010.

Genótipos	DC (mm)			NVP (und)		
	Alto P	Baixo P	Média	Alto P	Baixo P	Média
AC- Centauro	4,72	4,20	4,46 c	7,60 dA	2,90 bB	5,25
AC- Galante	6,22	5,20	5,78 a	7,60 dA	3,70 bB	5,65
AC- Boreal	5,87	4,76	5,25 b	5,80 eA	3,40 bB	4,60
PR- Corujinha	6,42	5,05	5,72 a	15,53 aA	6,25 aB	10,89
AC-Carioca Eté	5,90	4,15	5,02 b	8,80 dA	4,10 bB	6,45
AC-Carioca Tybatã	6,27	4,80	5,54 a	10,07 cA	4,15 bB	7,10
PR- Saracura	5,37	4,35	4,85 c	9,53 cA	4,00 bB	6,76
PR- Juriti	5,72	5,57	5,66 a	11,00 cA	6,10 aB	8,55
PR- Colibri	4,37	3,80	4,07 c	9,33 cA	5,35 aB	7,34
PR- Eldorado	4,77	3,50	4,12 c	9,26 cA	3,35 bB	6,31
PR- Siriri	5,37	4,27	4,82 c	9,90 cA	4,30 bB	7,10
PR- Tangará	6,40	5,27	5,82 a	8,10 dA	3,66 bB	5,88
PR- 139	5,52	5,10	5,30 b	8,20 dA	4,15 bB	6,17
PR- Gralha	5,35	4,97	5,17 b	10,87 cA	5,50 aB	8,18
PR- Tiziu	5,52	4,80	5,13 b	10,70 cA	4,85 aB	7,77
PR- Graúna	5,97	4,82	5,40 b	13,40 bA	4,85 aB	9,12
PR- Chopim	6,42	6,00	6,21 a	16,80 aA	5,15 aB	10,97
AC- Diplomata	5,20	3,95	4,55 c	8,20 dA	3,00 bB	5,60
AC- Una	5,37	3,75	4,54 c	8,70 dA	4,65 aB	6,67
Média	5,61 A	4,63 B		9,96	4,39	

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste Scott-Knott e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Quanto ao número de vagens por planta (Tabela 4), observa-se para condições de alto P que apenas IPR-Chopim e IPR-Corujinha, com 16,80 e 15,53 vagens por planta, respectivamente, sobressaíram-se significativamente em relação aos demais. No ambiente com estresse de fósforo, verifica-se a formação de dois grupos estatísticos com resultados variando entre 6,25 e 2,90 vagens por planta. Analisando os ambientes dentro de cada cultivar, constata-se que todos os genótipos aumentaram o número de vagem por planta com o incremento de P. Outros trabalhos como Fageria et al. (2003) e Zucareli et al. (2006) também relatam efeito favorável da adubação de fósforo sobre o número de vagem por planta em feijoeiro.

Quanto ao número de grãos por vagens (Tabela 5), houve composição de 2 grupos estatísticos. O cultivar IPR-Tiziu apresentou melhor desempenho, apesar de não diferir significativamente dos

cultivares que apresentam médias acima de 2,8 grãos por vagem. Contudo, os cultivares tiveram melhor desempenho no ambiente do alto nível de fósforo quando comparados ao ambiente de baixo P. Resultados semelhantes também foi verificado por Salgado et al. (2012).

Para a característica número de grãos por planta no ambiente de alto fósforo (Tabela 5), observou-se diferenças significativas entre os cultivares, sendo que o IPR-Corujinha e IPR-Chopim, com 58,67 e 56,94 grãos por planta, respectivamente, sobressaíram-se em relação aos demais cultivares. No ambiente de baixo nível de fósforo, observou-se que sete cultivares formaram o grupo de maior média de número de grãos por planta com valores oscilando de 21,02 a 14,42. Apenas o cultivar IAC-Boreal não respondeu ao incremento do adubo para essa característica.

Tabela 5. Número de grãos por vagem (NGV) e número de grãos por planta (NGP) de dezenove cultivares de feijão comum, submetidas à alto (adubação com 120 kg ha⁻¹ de P₂O₅) e baixo (adubação com 20 kg ha⁻¹ de P₂O₅) nível de fósforo no solo. Gurupi- Tocantins, 2010.

Genótipos	NGV (und)			NGP (und)		
	Alto P	Baixo P	Média	Alto P	Baixo P	Média
AC- Centauro	3,50	2,86	3,18 a	26,03 dA	8,22 bB	17,12
AC- Galante	2,70	2,22	2,46 b	21,04 dA	8,21 bB	14,62
AC- Boreal	2,61	2,13	2,37 b	14,79 dA	7,08 bA	10,94
PR- Corujinha	3,75	2,66	3,20 a	58,67 aA	17,42 aB	38,04
AC-Carioca Eté	3,37	2,30	2,83 b	30,54 cA	9,47 bB	20,01
AC-Carioca Tybatã	2,78	2,56	2,64 b	27,52 dA	10,53 bB	19,02
PR- Saracura	3,72	2,76	3,24 a	36,12 cA	11,20 bB	23,66
PR- Juriti	3,90	3,34	3,62 a	43,26 bA	20,49 aB	31,88
PR- Colibri	3,33	3,36	3,35 a	31,15 cA	18,11 aB	24,63
PR- Eldorado	3,12	3,18	3,15 a	29,28 cA	10,64 bB	19,96
PR- Siriri	3,55	2,45	3,00 a	35,09 cA	10,43 bB	22,76
PR- Tangará	3,07	2,99	3,03 a	24,62 dA	11,02 bB	17,82
PR- 139	2,85	2,04	2,44 b	24,11 dA	8,77 bB	16,44
PR- Gralha	3,22	3,14	3,18 a	35,81 cA	16,98 aB	26,39
PR- Tiziu	3,08	4,80	3,94 a	32,75 cA	21,02 aB	26,88
PR- Graúna	3,60	2,76	3,18 a	47,37 bA	12,53 bB	29,95
PR- Chopim	3,42	3,51	3,46 a	56,94 aA	18,06 aB	37,50
AC- Diplomata	3,60	2,62	3,11 a	30,31 cA	8,03 bB	19,17
AC- Una	3,11	3,10	3,11 a	27,14 dA	14,42 aB	20,78
Média	3,27 A	2,88 B		33,29	12,77	

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste Scott-Knott e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Com relação à massa de cem grãos (Tabela 6), verifica-se que tanto no ambiente de alto como no de baixo nível de fósforo, observa-se performance distinta entres os cultivares avaliados, sendo que o IAC-Boreal foi aquele que sobressaiu-se em ambos os ambientes. Isto se deu provavelmente, devido a característica genética do própria cultivar, que constitui de grãos maiores, por isso enquadra-se na classe de sementes especiais. Observou-se que o segundo grupo estatístico de maior média compôs de três cultivares um do tipo de grão mulatinho (IAC-Galante) e dois do tipo carioca (IPR-139 e IPR-Tangará). O cultivar IAC-Carioca Eté teve menor massa de cem grãos com 21,06 g, apesar de não diferir significativamente dos cultivares com média inferior a 24,42 g. No ambiente de baixo nível de fósforo formaram três grupos estatísticos, sendo que o cultivar IPR-Tiziu

apresentou a menor massa de cem grãos (20,12 g) apesar de não diferir dos cultivares que tiveram abaixo de 22,91g. Quanto ao desdobramento de ambientes dentro de cultivar, constata-se que a maioria dos cultivares analisados não responderam positivamente ao incremento de fósforo, ou seja, não houve aumento da massa de grãos com o incremento do adubo. Observou-se inclusive que, para o IPR-Saracura o incremento de fósforo mostrou-se prejudicial, pois ocasionou redução na massa de grãos. Os cultivares IAC-Boreal, IAC-Galante, IAC-Centauro, IPR-juriti e IPR- Eldorado tiveram suas massas aumentadas, com o incremento de P. Estes resultados estão de acordo com os obtidos por Vidal e Junqueira Neto (1982) que também obtiveram aumento da massa de 100 grãos em função da adubação fosfatada. Salgado et al. (2011) avaliaram o comportamento do feijão do

grupo carioca e preto encontraram massa de 100 grãos variando entre 27,16 e 38,7 g. De acordo com Ramalho e Abreu (2006), o mercado consumidor tem

preferência por grãos médios do tipo carioca cujo tamanho corresponde à massa de 23 a 25 gramas por 100 grãos.

Tabela 6. Massa de 100 grãos (M100) e produtividade de grão (PG) de dezenove cultivares de feijão comum, submetidas à alto (adubação com 120 kg ha⁻¹ de P₂O₅) e baixo (adubação com 20 kg ha⁻¹ de P₂O₅) nível de fósforo no solo. Gurupi- Tocantins, 2010.

Genótipos	M100 (g)			PROD (kg ha ⁻¹)		
	Alto P	Baixo P	Média	Alto P	Baixo P	Média
AC- Centauro	24,42 dA	21,56 cB	22,99	1.481 bA	663 aB	1.072
PR- Corujinha	22,61 dA	22,08 cA	22,34	1.554 bA	666 aB	1.110
AC- Galante	28,24 bA	23,59 bB	25,92	1.388 bA	416 aB	902
AC- Boreal	49,05 aA	43,76 aB	46,41	907 cA	626 aA	767
AC-Carioca Eté	21,06 dA	20,36 cA	20,71	1.400 bA	456 aB	928
AC-Carioca Tybatã	23,73 dA	21,50 cA	22,62	1.103 cA	519 aB	811
PR- Saracura	21,68 dB	24,29 bA	22,99	1.505 bA	688 aB	1.096
PR- Juriti	25,10 cA	21,19 cB	23,14	1.586 bA	687 aB	1.136
PR- Colibri	23,03 dA	22,91 cA	22,97	1.503 bA	789 aB	1.146
PR- Eldorado	26,25 cA	22,82 cB	24,53	1.124 cA	528 aB	826
PR- Siriri	24,92 cA	23,55 bA	24,23	1.799 aA	569 aB	1.184
PR- Tangará	26,82 bA	26,32 bA	26,57	1.149 cA	574 aB	862
PR- 139	27,57 bA	25,78 bA	26,67	1.208 cA	499 aB	854
PR- Gralha	23,15 dA	22,23 cA	22,69	1.293 cA	681 aB	987
PR- Tiziu	21,69 dA	20,12 cA	20,91	1.284 cA	650 aB	967
PR- Graúna	23,87 dA	21,84 cA	22,86	1.286 cA	633 aB	960
PR- Chopim	22,21 dA	21,65 cA	21,93	1.432 bA	663 aB	1.048
AC- Una	23,87 dA	22,10 cA	22,99	1.861 aA	714 aB	1.287
AC- Diplomata	23,61 dA	21,71 cA	22,66	1.504 bA	586 aB	1.045
Média	25,41	23,65		1.388	611	

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste Scott-Knott e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Quanto à produtividade de grãos (Tabela 6), pode-se observar a formação de três grupos estatísticos no ambiente de alto nível de fósforo. Os cultivares IAC-Una e IPR-Siriri apresentaram superioridade em relação aos demais com produtividade de 1.861 e 1.799 kg ha⁻¹, respectivamente. No entanto, oito dos 19 genótipos compuseram o terceiro grupo estatístico que tiveram pior desempenho com produtividade de grãos oscilando entre 1.293 a 907 kg ha⁻¹. Isto provavelmente está relacionado com a característica genética dos cultivares, que por sua vez, não se adaptaram as condições ambientais que foram expostas. Os resultados dessa pesquisa assemelham-se aos obtidos por Afféri et al. (2008) e Salgado et al. (2011) nas

condições do Estado do Tocantins, que encontraram médias de rendimento de grãos oscilando entre 316 e 3.132 kg ha⁻¹. Desta forma, pode-se observar ainda que 18 dos 19 cultivares estudados em condições ideais de P superaram a produtividade média nacional de grãos de 910 kg ha⁻¹ (CONAB, 2014).

No ambiente de baixo nível de fósforo os genótipos não apresentaram diferenças significativas quanto à produtividade de grãos, que variou entre 789 a 416 kg ha⁻¹. Desdobrado ambientes dentro de cada cultivar constata-se que apenas o IAC-Boreal não aumentou a produtividade de grãos com o incremento de P, devido provavelmente, a natureza genética do genótipo, sendo rústico e não respondendo ao

acréscimo do nutriente. Fageria e Santos (1998) trabalhando com níveis de fósforo aplicado a lanço em várzeas tropicais verificaram influência positiva na resposta de fósforo em feijão comum. No presente trabalho, quinze dos 19 cultivares apresentaram acréscimo na produtividade acima de 100% com o incremento do fósforo. Os cultivares que tiveram maiores incrementos na produtividade com o aumento da adubação fosfatada foram IAC-Galante (232,91%), IPR-Siriri (216,18%), IAC-Carioca Eté (206,56%), IAC-Una, (160,58%), IAC-Diplomata (156,65%), IPR-139 (141,80%), IAC-Centauro (123,35%), IPR-Corujinha (133,40%), IPR-Juriti (130,82%), IAC-Saracura (118,74%), IPR-Chopim (115,80%), IPR-Eldorado (112,88%), IAC-Carioca Tybatã (112,29%), IPR-Graúna (102,97%) e IPR-Tangará (100,21%). A cultivar IAC-Boreal foi aquela que obteve menor acréscimo de 44,92% na produtividade de grãos com o aumento da dose de fósforo, sendo a única cultivar que não foi responsiva à aplicação de P_2O_5 . Zucareli et al. (2006) avaliando seis doses de fósforo também encontraram incremento na produtividade de até 26% com acréscimo do nutriente.

CONCLUSÕES

O incremento de fósforo promoveu acréscimo nas médias de altura de planta, altura da inserção de primeira vagem, diâmetro de caule, número de vagens por planta, número de grãos por vagem, número de grãos por planta, massa de cem grãos e produtividade de grãos nas cultivares IAC-Centauro, IAC-Galante, IPR-Juriti e IPR-Eldorado.

As cultivares IAC-Una e IPR-Siriri apresentaram maiores produtividades de grãos quando submetidas à aplicação de 120 kg de P_2O_5 ha^{-1} .

Para a produtividade de grão todas as cultivares experimentadas, exceto IAC-Boreal, apresentaram-se responsivas à aplicação de P_2O_5 na sementeira.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal do Tocantins – UFT e a CAPES pela concessão de bolsa de mestrado.

REFERÊNCIAS

- AFFÉRI, F. S. et al. Avaliação de cultivares e linhagens dos grupos comerciais carioca e preto, sob irrigação, no município de Gurupi – TO, no ano de 2003. VIII Congresso Nacional de Pesquisa de Feijão. p. 286-289, 2005, Goiânia.
- AIDAR, H.; KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L. F. (Ed.). Produção do feijoeiro comum em várzeas tropicais. Santo Antônio de Goiás: **Embrapa Arroz e Feijão**, 305p., 2002.
- BLUM, A. Plant breeding for stress environments. CRC Press, Boca Raton. 223p. 1988.
- COELHO, C. M. M.; et al. Diversidade genética em acessos de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). **Ciência Rural**, Santa Maria, v.37, n.5, p.1241-1247, 2007.
- CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento (2014) Acompanhamento da safra Brasileira grãos, Safra 2013/14 - Quinto Levantamento. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>> Acesso em: 15 de fevereiro de 2014.
- COSTA, N. H. de A. D.; SERAPHIN, J. C.; ZIMMERMANN, F. J. P. Novo método de classificação de coeficientes de variação para a cultura de arroz de terras altas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 3, p. 243 249, 2002.
- 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.
- EMBRAPA - Centro Nacional de Pesquisa de Solos, **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2ª ed. Brasília, EMBRAPA/DPI. 306p. 2006
- FAGERIA, N. K.; SANTOS, A. B. Adubação fosfatada para o feijoeiro em solo de várzea. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.2, n.2, p.124-127, 1998.
- FAGERIA, N. K. Eficiência de uso de fósforo pelos genótipos de feijão. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.2, n.2, p.128-131, 1998.
- FAGERIA, N. K.; BARBOSA FILHO, M. P.; STONE, L. F. Resposta do feijoeiro a adubação fosfatada. In: POTAFÓS. Simpósio destaca a essencialidade do fósforo na agricultura brasileira. Piracicaba: Informações Agronômicas, 2003. n. 102, p. 1-9.
- FAN, M.; et al. Physiological roles of aerenchyma in phosphorus-stressed rotos. **Functional Plant Biology**, Victoria, v. 30, n.5, p.493-506, 2003.
- FERREIRA, D. F. SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. **Revista Symposium**, Lavras, v.6, n.2, p. 36-41, 2008.
- GRANT, C. A. et al. A importância do fósforo no desenvolvimento inicial da planta. **Informações Agronômicas**, POTAFOS, n.95, p.1-5, 2001.

- KOPPEN, W. Climatologia: con un estudio de los climas de la tierra. México, Fondo Cult. Econ. 1948. 479p.
- LYNCH, J.; LAUCHLI, A.; EPSTEIN, E. Vegetative growth of the common bean in response to phosphorus nutrition. **Crop Science**, Madison, v. 31, n.2, p. 380-87, 1991.
- MALAVOLTA, E. Manual de nutrição mineral de plantas. São Paulo: Editora Agronômica Ceres, 2006. 638p.
- OLIVEIRA, R. L. et al. Precisão experimental em ensaios com a cultura do feijão. **Ciência agrotecnologia**, Lavras, v.33, n.1, p.113-119, 2009.
- PIMENTEL GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. 15ed. Piracicaba: Fealq, 451p., 2009.
- RAMALHO, M. A. P.; ABREU, A. F. B. **Cultivares**. In: VIEIRA, C.; PAULA JÚNIOR, T. J.; BORÉM, A. Feijão. 2.ed. Viçosa: UFV, p. 415-436, 2006.
- RAMALHO, M. A. P.; SANTOS, J. B.; ZIMMERMANN, M. J. O. **Genética quantitativa em plantas autógamas: aplicações ao melhoramento do feijoeiro**. Goiânia, Universidade Federal de Goiás, 1993. 271p.
- SALGADO, F. H. M. et al. 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.
- SALGADO, F. H. M. et al. Efeito do nitrogênio em feijão cultivado em terras altas no sul do estado do Tocantins. **Ambiência**, Guarapuava, v.8, n. 1, p.125-136, 2012.
- SIMONE, M. et al. **Adaptación de variedades y líneas de judías secas (*Phaseolus vulgaris* L.) a La recolección mecanica directa**. Salta: INTA, 1992. 5p.
- VIANA, T. O. et al. Adubação do feijoeiro cultivado no norte de Minas Gerais com nitrogênio e fósforo. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 58, n.1, p.115-120, 2011.
- VIDAL, L. S., JUNQUEIRA NETO, A. J. Efeito da densidade de plantas e de doses de fósforo sobre algumas características de duas cultivares de feijão. **Ciência Prática**, Lavras, v. 6, n. 2, p. 195-207, 1982.
- ZUCARELI, C. et al. Adubação fosfatada, componentes de produção, produtividade e qualidade fisiológica em sementes de feijão. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.28, n.1, p.09-15, 2006.
- ZUCARELI, C. et al. Fósforo na produtividade e qualidade de sementes de feijão Carioca Precoce cultivado no período das águas. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 42, n.1, p. 32-38, 2011.