

Cientific Paper

Resumo

Embora com ampla adaptação e distribuição geográfica, o feijão comum tem se deparado com alguns fatores limitantes a obtenção de elevadas produtividades, dentre eles a adubação nitrogenada. Desta forma, objetivou-se com este trabalho avaliar o desempenho produtivo de genótipos de feijão comum em três entressafras sob condições de baixo nível de nitrogênio em solos de Cerrado. Os experimentos foram conduzidos em campo na Estação Experimental da Universidade Federal do Tocantins nas entressafras dos anos 2010, 2011 e 2012. O delineamento utilizado foi o de blocos ao acaso com quatro repetições, num esquema fatorial 6x3. Para a simulação de ambiente com baixa disponibilidade de nitrogênio foi realizada adubação nitrogenada somente no plantio com dose de 20 kg ha⁻¹ de N. O genótipo Princesa se destacou por sempre compor os dois grupos de maiores médias para todas as características avaliadas e obter produtividades superiores a 1.600 kg ha⁻¹ em mais de um ano de cultivo.

Palavras chave: *Phaseolus vulgaris*, estresse mineral, terras altas, componentes de produção

Comportamento de genótipos de feijão comum sob estresse de nitrogênio no cerrado

Sérgio Alves de Sousa¹

Taynar Coelho de Oliveira Tavares²

Danilo Pereira Ramos³

Hélio Banderia Barros⁴

Rodrigo Ribeiro Fidelis⁴

Common beans genotypes behavior under nitrogen stress in the cerrado

Abstract

Although being a culture with broad adaptation and geographic distribution, the common bean has encountered some limiting factors to obtain high yields, including nitrogen fertilization. Thus, this work aimed to evaluate the performance of common bean genotypes in three between harvests under conditions of low level of nitrogen in soils of Cerrado. The experiments were conducted in the field at the Experimental Station of the Federal University of Tocantins in the between harvests of the years 2010, 2011 and 2012. The experimental design used was the randomized block one with four replications in a 6x3 factorial scheme. For the environment simulation with low nitrogen availability was performed nitrogen fertilization only at planting at a dose of 20 kg ha⁻¹ N. The Princesa genotype was noted for always compose the two groups with the highest averages for all the evaluated characteristics and obtain higher yields to 1,600 kg ha⁻¹ in more than a year of cultivation.

Key words: *Phaseolus vulgaris*, mineral stress, highlands, components of production

Comportamiento de genotipos de porotos común sobre estrés de nitrógeno en el Cerrado

Resumen

Teniendo una amplia adaptación y distribución geográfica, el poroto común tiene preparado algunos factores limitantes para la obtención de elevadas producciones, dentro de ellos la fertilización nitrogenada. De esta forma el objetivo de este trabajo fue evaluar el desempeño productivo de genotipos de poroto común en tres periodos sobre condiciones de bajo nivel de nitrógeno en suelos de Cerrado. Los experimentos

Received at: 31/03/16

Accepted for publication at: 27/07/16

1 Prof Dr. EBTT - Instituto Federal de Educação Ciência e Tectonomia - Universidade Federal do Tocantins UFT - Av. Paraná, Arraias TO - cep. 77330-000 Email: sergio.sousa@ifto.edu.br.

2 Pesquisadora PNPd / CAPES - Universidade Federal do Tocantins UFT - Email: taynarcoelho@hotmail.com.

3 Mestrando em produção Vegetal - Universidade Federal do Tocantins UFT - Email: daniloramos05@hotmail.com.

4 Prof. Dr. Universidade Federal do Tocantins UFT - Campus Universitário de Gurupi. Email: barroshb@uft.edu.br, fidelisrr@uft.edu.br.

foron desarrollados en campo en la Estación Experimental de la Universidad Federal de Tocantins en los periodos de los años 2010, 2011 y 2012. El diseño experimental utilizado fue el de bloques al azar con cuatro repeticiones, en un esquema factorial de 6 x 3. Para la simulación de ambiente con baja disponibilidad de nitrógeno fue realizada fertilización nitrogenada solamente en la plantación con dosis de 20 kg ha⁻¹ de N. El genotipo Princesa se destacó por siempre componer los dos grupos de mayores medias para todas las características evaluadas y obtener productividades superiores a 1.600 kg ha⁻¹ en más de un año de cultivo. **Palabras clave:** *Phaseolus vulgaris*, estres mineral, tierras altas, componentes de producción.

Introdução

No cenário mundial de crescente aumento populacional, a cultura do feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.) tem se destacado como ingrediente básico da dieta de populações em diversos países. No Brasil seu cultivo tem sido realizado em diferentes épocas, com produção total estimada em 2,9 milhões de toneladas e produtividade média de 890 kg ha⁻¹ (CONAB, 2012). No Tocantins a produção na entressafra se destaca com estimativas de 20,5 mil toneladas numa área de 14,2 mil ha⁻¹ e produtividade média de 1.443 kg ha⁻¹ (CONAB, 2012), com potencial de produtividades superiores a 3.000 kg ha⁻¹ (SALGADO et al., 2011; SALGADO et al., 2012a).

Dentre os fatores limitantes à obtenção de melhores produtividades pelo feijoeiro está o uso inadequado da adubação nitrogenada (BINOTTI et al., 2007). O nitrogênio é um dos elementos exigidos em maior quantidade pela maioria das culturas, principalmente por ser constituinte fundamental de importantes moléculas orgânicas como os aminoácidos, proteínas e clorofila, o que faz da indisponibilidade deste elemento um dos fatores mais limitantes ao crescimento e desenvolvimento das plantas (SODEK, 2008). Incrementos de até 176,6% na produtividade têm sido obtidos com a utilização do nitrogênio no cultivo do feijoeiro (FURTINI et al., 2006; SALGADO et al., 2012a). Porém, para obtenção de altos incrementos são necessárias elevadas doses de fertilizantes nitrogenados, o que ocasiona aumento nos custos de produção.

No entanto esta capacidade de utilização de elevadas doses de fertilizantes nitrogenados não é a realidade de todo produtor de feijão, que na maioria são agricultores familiares com reduzida ou nenhuma utilização de insumos como a adubação nitrogenada, devido os elevados custos gerados com esta prática (FURTINI et al., 2006), por isso a importância de estudos de comportamento das cultivares em condições de baixa disponibilidade de nitrogênio.

A utilização de cultivares que são melhoradas

em outras condições edafoclimáticas para o cultivo em ambiente de Cerrado tocantinense, é outro fator que tem contribuído para a limitação de obtenção de melhores rendimentos. A busca de genótipos que apresentem altos rendimentos e ampla adaptação aos diferentes locais e épocas de cultivo (LEMOS et al., 2004; FARINELLI e LEMOS, 2010), juntamente com o uso eficiente do nitrogênio (SALGADO et al., 2012b), tem sido intensificada diante da necessidade de incrementos nas produtividades e em contrapartida redução dos custos de produção (SANTI et al., 2006).

Desta forma, objetivou-se com este trabalho avaliar o desempenho produtivo de genótipos de feijão comum em três entressafras sob condições de estresse de nitrogênio em solo de Cerrado do sul do Estado do Tocantins.

Material e Métodos

Os experimentos foram conduzidos nas entressafras dos anos de 2010, 2011 e 2012, na estação experimental da Universidade Federal do Tocantins, Campus de Gurupi, localizada a latitude de 11° 43' 45" S e longitude de 49° 04' 07" W, a 280m de altitude. De acordo com EMBRAPA (2013), o solo é classificado em Latossolo Vermelho - Amarelo distrófico, com 651,9, 123,9 e 224,3 g kg⁻¹ de areia, síltes e argila, respectivamente.

Anterior à instalação dos experimentos, em cada ano foram coletadas amostras de solo da camada de 0-20 cm para a caracterização dos atributos químicos e físicos, que são apresentados na (Tabela 1).

Em 2009, foi realizada uma calagem para a correção da acidez do solo. Os dados climáticos referentes ao período de condução dos experimentos (Figura 1).

As avaliações dos genótipos foram conduzidas em experimentos com delineamento experimental de blocos ao acaso com quatro repetições, num esquema fatorial 6x3, constituído por seis genótipos e três anos. Cada unidade experimental foi constituída por quatro linhas de 4,0 m de comprimento, espaçadas de 0,45 m. Como área útil foram utilizadas as duas linhas

Tabela 1. Atributos químicos e físicos do solo a profundidade de 0 – 20 cm nas áreas dos experimentos.

| Atributo do solo | Entressafra | | | Atributo do solo | Entressafra | | |
|--|-------------|------|------|--|-------------|------|------|
| | 2010 | 2011 | 2012 | | 2010 | 2011 | 2012 |
| Ca (cmol _c dm ⁻³) | 3,6 | 1,0 | 1,0 | P-melich (mg dm ⁻³) | 1,1 | 17,9 | 11,1 |
| Mg (cmol _c dm ⁻³) | 1,4 | 0,9 | 0,5 | T (cmol _c dm ⁻³) | 9,8 | 3,7 | 2,6 |
| K (cmol _c dm ⁻³) | 0,1 | 0,1 | 0,08 | V (%) | 52,0 | 54,0 | 61,5 |
| SB (cmol _c dm ⁻³) | 5,1 | 2,0 | 1,6 | M.O (%) | 2,0 | 5,1 | 1,3 |
| Al (cmol _c dm ⁻³) | 0,0 | 0,0 | 0,0 | H+Al (cmol _c dm ⁻³) | 4,7 | 1,7 | 1,0 |

centrais desprezando-se 0,50 m das extremidades de cada linha e eliminando as duas linhas laterais.

Para a realização dos estudos foram utilizadas seis cultivares (BRS-Esplendor, IAC-Una, IAC-Centauro, IPR-Colibri, Safira e Princesa). Em todos

os anos o preparo do solo foi realizado de forma convencional, com uma aração e duas gradagens. As sementeiras foram realizadas nos dias 12 de junho de 2010, 21 de junho de 2011 e 2 de junho de 2012, visando à obtenção de estande final de 12 plantas por metro linear.

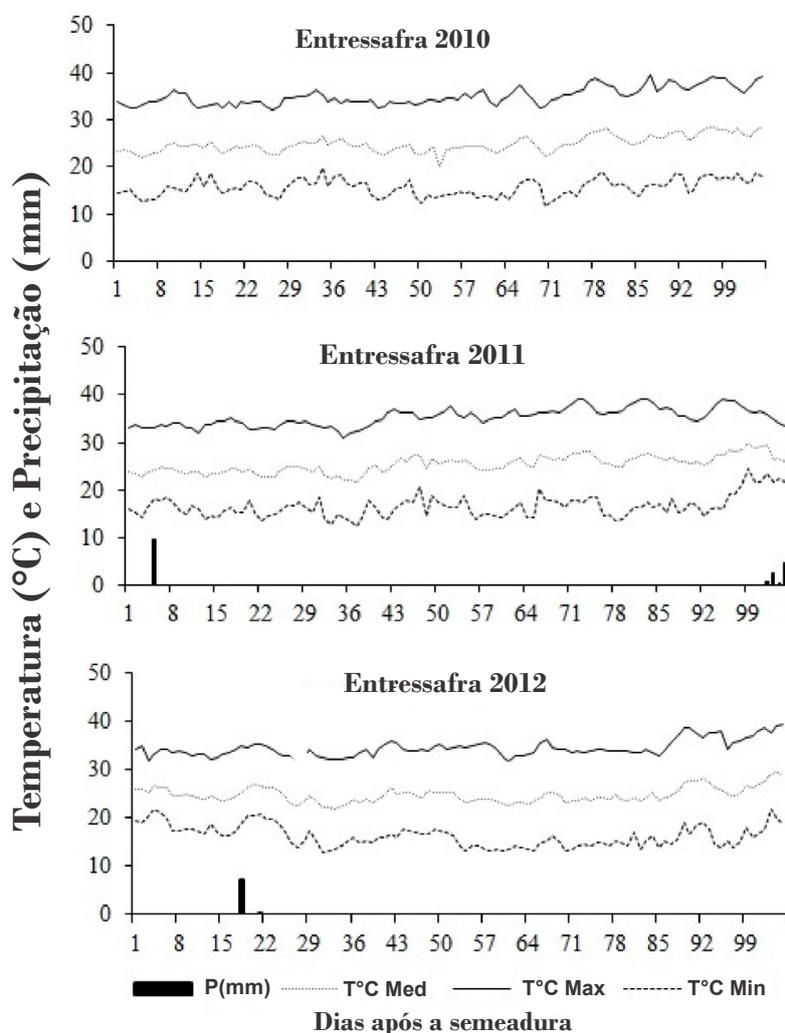


Figura 1. Precipitação pluvial (mm) e Temperaturas máxima, média e mínima (°C) ocorridas durante cultivos de genótipos de feijão comum nas entressafas de 2010, 2011 e 2012 (BDMEP,2012).

A adubação de semeadura foi realizada no sulco de plantio com base nos resultados da análise do solo de cada ano e recomendações para a cultura do feijoeiro, sendo aplicados no cultivo de 2010, 120,7 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 21,3 kg ha⁻¹ de N na forma de superfosfato simples amoniado, e 50 kg ha⁻¹ de K₂O na forma de cloreto de potássio; no ano de 2011, 113,9 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 20,1 kg ha⁻¹ de N na forma de superfosfato simples amoniado, e 60 kg ha⁻¹ de K₂O na forma de cloreto de potássio; e no ano de 2012, 114,92 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 20,28 kg ha⁻¹ de N na forma de superfosfato simples amoniado, e 60 kg ha⁻¹ de K₂O na forma de cloreto de potássio. Para a simulação de ambiente com condições de estresse nutricional de nitrogênio, não houve realização de adubação nitrogenada de cobertura, sendo a dose de N somente os 20 kg ha⁻¹ que foram aplicados no sulco de plantio.

Em todos os anos de cultivo o fornecimento de água pela irrigação foi realizado por meio de um sistema de aspersão convencional num turno de rega de dois dias com períodos de funcionamento de duas horas aplicando-se 5,2 mm h⁻¹. Os tratamentos fitossanitários foram realizados de acordo com as recomendações e necessidade da cultura. Nos anos de 2011 e 2012 para o controle de plantas daninhas, foi aplicada a mesma dose do herbicida pertencente ao grupo químico benzotiadiazinona, porém, devido à alta infestação de plantas daninhas no ano de 2012, a aplicação teve de ser realizada cerca de três dias antes da recomendação técnica (V3), no final da fase fenológica V2, quando o primeiro trifólio encontrava-se no início do desenvolvimento, e não totalmente desenvolvido, resultando em fitotoxidez nas plantas.

Para avaliação das características fitotécnicas, amostraram-se cinco plantas aleatórias de cada parcela. As características avaliadas foram altura da planta - medindo-se do colo da planta até o final da haste principal; altura de inserção de 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 através do 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% e; produtividade de grãos - feito através do 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 conjunta de variância, com

aplicação do teste F. A análise conjunta foi realizada sob condições de homogeneidade das variâncias residuais. Os testes utilizados para comparação das médias foram o de agrupamento de Scott-Knott para avaliação dos efeitos dos tratamentos (genótipos) e Tukey para os ambientes (anos), em nível de 5% de probabilidade, sendo utilizado o aplicativo computacional SISVAR (FERREIRA, 2011). Foi realizada ainda, correlação de Pearson teste t a p < 0,05.

Resultados e Discussão

Para altura de plantas, número de vagens por planta, número de grãos por vagem e produtividade de grãos houve significância para a interação entre genótipo e ambiente, o que significa dizer que o ambiente exerceu influência de forma diferenciada na expressão dos genótipos. Para altura de inserção de primeira vagem e massa de cem grãos não houve significância da interação. Para as características onde foi observada significância da interação genótipo versus ambiente realizou-se o desdobramento de um fator dentro do outro e para as características que não obtiveram esta significância os fatores foram estudados de forma isolada.

Para todas as características avaliadas excetuando produtividade de grãos, houve significância dos fatores genótipo e ambiente, demonstrando variabilidade genética existente entre os genótipos e entre os anos de cultivo. MELO et al. (2007) observaram variabilidade genética entre os genótipos avaliados em seus estudos e afirmam que esta significância do fator ambiente é importante, pois, aumenta a necessidade de estudos como este. Para todas as características avaliadas os coeficientes de variação observados foram considerados satisfatórios de acordo com OLIVEIRA et al. (2009).

Para a característica altura de plantas, no ano de 2010 os genótipos foram classificados em dois grupos (Tabela 2), sendo que o de maiores alturas foi composto pelos genótipos Princesa e Safira com 69,15 e 60,30 cm, respectivamente. Em 2011, houve a formação de três grupos, destacando-se Princesa que foi o único a compor o grupo de maior média, com 85,13 cm de altura e Safira, que por sua vez, integrou o grupo intermediário com altura de planta de 73,26 cm. No ano de 2012 também houve a divisão dos genótipos em três grupos, porém houve uma inversão de posições, onde o genótipo Safira integrou o grupo de maior estatura e Princesa o grupo intermediário.

Tabela 2. Médias de altura de plantas de seis genótipos de feijão comum cultivados em condições de baixo nível de nitrogênio no sul do Estado de Tocantins

| Genótipos | Altura de plantas (cm) | | | Médias |
|---------------|------------------------|------------------|------------------|--------|
| | Entressafra 2010 | Entressafra 2011 | Entressafra 2012 | |
| IAC-Una | 44,95 bB | 58,93 cA | 50,40 cAB | 51,42 |
| IAC-Centauro | 52,50 bA | 53,13 cA | 45,30 cA | 50,31 |
| Princesa | 69,15 aB | 85,13 aA | 57,50 bC | 70,59 |
| IPR-Colibri | 44,20 bA | 46,50 cA | 40,47 cA | 43,72 |
| Safira | 60,30 aB | 73,26 bA | 70,80 aAB | 68,12 |
| BRS-Esplendor | 46,92 bA | 51,40 cA | 49,07 cA | 49,13 |
| Médias | 53,00 | 61,39 | 52,25 | |

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste Scott-Knott e maiúscula na linha pelo teste Tukey, ambos a 5% de probabilidade. CV = 11,98% e Teste F = 3,038**.

Os genótipos Safira e Princesa se destacaram por sempre estarem compondo os dois grupos de maiores alturas de planta nos três anos de cultivo. Os genótipos IAC-Centauro, IPR-Colibri e BRS-Esplendor chamam atenção por não apresentarem diferenças significativas entre os anos, indicando comportamento estável para esta característica. Já para os genótipos IAC-Una, Princesa e Safira foram constatadas diferenças significativas entre os anos, sendo que Princesa foi o único a apresentar redução da estatura do primeiro para o terceiro ano de cultivo.

Somente Princesa e Safira obtiveram estaturas acima de 60,0 cm em pelo menos dois dos três anos de cultivo, tendo os demais genótipos apresentado estaturas variando de 40,47 a 58,93 cm. A condição de baixo nitrogênio simulada no estudo pode ter limitado a obtenção de maiores estaturas. Esta observação pode ser confirmada pelo fato de que em estudos onde se utilizaram doses elevadas de nitrogênio (80 a 120 kg ha⁻¹ de N) foram obtidas maiores alturas, com médias que variaram de 60,32 a 108,89 cm (SANTI et al., 2006; SALGADO et al., 2011; SALGADO et al., 2012a). Estas menores estaturas obtidas podem ser prejudiciais no sentido de que

maiores alturas favoreceriam a obtenção de melhores produtividades pelo aparecimento de mais hastes e vagens por planta, principalmente devido à existência de correlação positiva ($r = 0,51^{**}$) entre estatura de planta e produtividade de grãos.

Para a característica altura de inserção de primeira vagem (Tabela 3), formaram-se três grupos estatísticos, sendo o de maiores alturas composto pelo genótipo Princesa com 23,93 cm e o intermediário pelos genótipos IAC-Centauro e Safira, com inserção de 21,42 e 23,93 cm, respectivamente.

Estes resultados são inferiores aos obtidos por SANTI et al. (2006) que em estudo de épocas e fracionamento de adubação nitrogenada no feijoeiro cultivado em sistema convencional, obtiveram média de altura de inserção de primeira vagem de 25,37 cm. E são superiores aos valores encontrados por MEIRA et al. (2005), que em avaliação de doses e épocas de aplicação do nitrogênio no feijão comum em sistema de plantio direto observaram média de 10,0 cm. As maiores alturas de inserção de primeira vagem favorecem a redução de perdas na colheita e o menor contato das vagens com o solo, evitando o aparecimento de doenças.

Tabela 3. Médias de altura de inserção de primeira vagem de seis genótipos de feijão comum cultivados em condições de baixo nível de nitrogênio no sul do Estado de Tocantins

| Genótipos | Altura de inserção de primeira vagem (cm) | | | Médias |
|---------------|---|------------------|------------------|---------|
| | Entressafra 2010 | Entressafra 2011 | Entressafra 2012 | |
| IAC-Una | 19,45 | 22,26 | 19,30 | 20,33 c |
| IAC-Centauro | 22,72 | 22,66 | 20,60 | 21,99 b |
| Princesa | 24,25 | 25,46 | 22,10 | 23,93 a |
| IPR-Colibri | 17,27 | 23,06 | 15,72 | 18,68 c |
| Safira | 19,40 | 23,66 | 21,20 | 21,42 b |
| BRS-Esplendor | 20,20 | 21,00 | 20,52 | 20,57 c |
| Médias | 20,55 B | 23,02 A | 19,90 B | |

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste Scott-Knott e maiúscula na linha pelo teste Tukey, ambos a 5% de probabilidade. CV = 10,94% e Teste F = 1,594^{ns}.

Considerando os anos de cultivo, obteve-se média de 23,02 cm em 2011, sendo significativamente superior aos demais anos. Estes resultados podem ser explicados pelo fato de que no ano de 2011 o solo se encontrava inicialmente com níveis considerados satisfatórios de fertilidade que aliado à adubação realizada, possivelmente proporcionou maiores alturas de plantas e consequentemente maiores alturas de inserção de primeira vagem, já que se observa correlação positiva ($r = 0,48^{**}$) existente entre as duas características.

Em relação à característica número de vagens por planta (Tabela 4), no ano de 2010 observou-se a formação de dois grupos estatísticos, sendo que o de maior número de vagens por planta foi composto somente pelo genótipo Princesa com 12,40. Em 2011 também houve a formação de dois grupos, destacando-se o grupo formado pelos genótipos IAC-Una, Princesa e IPR-Colibri que obtiveram os maiores números de vagens, com variação de 10,06 a 12,46. Para o ano de 2012, os genótipos apresentaram comportamento semelhante, sendo desta forma todos classificados em um único grupo onde houve variação de 8,40 a 11,40 vagens por planta.

MEIRA et al. (2005) em avaliação do efeito de doses e época de adubação de cobertura de nitrogênio encontraram média de 10,8 vagens por planta, superando os números do presente trabalho. Em um estudo de comportamento de genótipos de feijão comum em condições normais de adubação nitrogenada, SALGADO et al. (2011) observaram valores bem superiores, tendo as médias variado de 14,4 a 41,66 vagens por planta.

A maioria dos genótipos (IAC-Centauro, Princesa, IPR-Colibri e Safira) demonstrou comportamento estável ao longo dos três anos de cultivo para a característica número de vagens por planta, tendo somente dois genótipos (IAC-Una e BRS-Esplendor) demonstrado diferenças significativas entre os anos de cultivos. Tanto a estabilidade como a diferença significativa (com acréscimos) são de fundamental importância quando são obtidas médias elevadas, principalmente pelo fato desta característica ser a de maior correlação ($r = 0,59^{**}$) com a produtividade de grãos.

Para o número de grãos por vagem (Tabela 5), no ano de 2010 houve a formação de dois grupos estatísticos, destacando o de maiores valores que

Tabela 4. Médias de número de vagens por planta de seis genótipos de feijão comum cultivados em condições de baixo nível de nitrogênio no sul do Estado de Tocantins

| Genótipos | Número de vagens por planta (un) | | | |
|---------------|----------------------------------|------------------|------------------|--------|
| | Entressafra 2010 | Entressafra 2011 | Entressafra 2012 | Médias |
| IAC-Una | 7,85 bB | 12,46 aA | 10,20 aAB | 10,17 |
| IAC-Centauro | 7,33 bA | 8,00 bA | 8,70 aA | 8,01 |
| Princesa | 12,40 aA | 10,33 aA | 10,80 aA | 11,17 |
| IPR-Colibri | 7,26 bA | 10,06 aA | 10,80 aA | 9,37 |
| Safira | 6,93 bA | 8,33 bA | 8,40 aA | 7,88 |
| BRS-Esplendor | 8,73 bAB | 7,20 bB | 11,40 aA | 9,11 |
| Médias | 8,41 | 9,40 | 10,05 | |

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste Scott-Knott e maiúscula na linha pelo teste Tukey, ambos a 5% de probabilidade. CV = 22,63 e Teste F = 2,102*.

foi composto pelos genótipos Safira, IPR-Colibri e BRS-Esplendor que demonstraram variação de 4,70 a 5,35 grãos por vagem. Nos anos de 2011 e 2012, os genótipos demonstraram comportamento semelhante.

Em condições de alta dose de nitrogênio só que em ambiente de várzea, SOUSA et al. (2012) obtiveram médias variando de 2,65 a 5,99 grãos por vagem. SALGADO et al. (2011) em avaliação do comportamento de genótipos de feijão comum

observaram médias superiores a 7,0. Em estudo do comportamento de genótipos em diferentes anos de cultivos, FARINELLI e LEMOS (2010) observaram amplitude no número de grãos semelhantes à obtida no presente estudo, porém, com maior frequência de médias superiores a 5,0 grãos por vagem.

Somente IPR-Colibri e BRS-Esplendor demonstraram diferença significativa entre os anos, sendo constatado decréscimo significativo do número de grãos por vagem do primeiro para o terceiro ano

Tabela 5. Médias de número de grãos por vagem de seis genótipos de feijão comum cultivados em condições de baixo nível de nitrogênio no sul do Estado de Tocantins

| Genótipos | Número de grãos por vagem (un) | | | Médias |
|---------------|--------------------------------|------------------|------------------|--------|
| | Entressafra 2010 | Entressafra 2011 | Entressafra 2012 | |
| IAC-Una | 4,25 bA | 3,70 aA | 3,80 aA | 3,91 |
| IAC-Centauro | 3,97 bA | 4,09 aA | 3,07 aA | 3,71 |
| Princesa | 3,45 bA | 3,90 aA | 3,20 aA | 3,51 |
| IPR-Colibri | 4,77 aA | 4,07 aAB | 3,47 aB | 4,10 |
| Safira | 4,70 aA | 4,30 aA | 3,70 aA | 4,23 |
| BRS-Esplendor | 5,35 aA | 3,18 aC | 4,30 aB | 4,27 |
| Médias | 4,41 | 3,87 | 3,59 | |

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste Scott-Knott e maiúscula na linha pelo teste Tukey, ambos a 5% de probabilidade. CV = 15,29% e Teste F = 2,871**

de cultivo. A maioria dos genótipos (IAC-Una, IAC-Centauro, Princesa e Safira) mostraram-se estáveis quanto ao número de grãos por vagem ao longo dos anos de cultivo, demonstrando ser uma característica pouco influenciada pelo ambiente (GOMES JUNIOR et al., 2008).

Para a característica massa de cem grãos (Tabela 6), foi observada a formação de três grupos estatísticos, sendo o de maior massa composto por um único genótipo (IPR-Colibri com 29,68 g) e o intermediário constituído pelos genótipos IAC-Una, IAC-Centauro, Princesa e Safira (com médias variando entre 25,29 e 27,53 g).

SALGADO et al. (2011) em avaliação de comportamento de genótipos de feijão comum em níveis ideais de adubação nitrogenada observaram valores superiores aos encontrados no presente trabalho, tendo sido obtida média de 32,99 g. MEIRA et al. (2005) e SANTI et al. (2006) estudando o efeito de doses e épocas de aplicação de adubação nitrogenada observaram massas de 24,96 e 27,07 g, respectivamente. Em estudo do comportamento de

cultivares de feijoeiro do grupo carioca em condições adequadas de adubação, RAMOS JUNIOR et al. (2005) encontraram variação de 23,0 a 32,4 g nas massas de cem grãos.

Em relação às entressafras, os cultivos nos anos de 2011 (29,16 g) e 2012 (28,94 g) obtiveram as maiores médias de massa de cem grãos, sendo observados acréscimos significativos do primeiro para o segundo e terceiro ano de cultivo (Tabela 6). LEMOS et al. (2004) também observaram acréscimos na massa de cem grãos de um ano para outro nos genótipos avaliados em estudo de comportamento. Estas maiores massas nos anos de 2011 e 2012 são explicadas possivelmente pelo fato de que nestes anos os genótipos apresentaram mesmo que numericamente, menor quantidade de grãos por vagem e conseqüentemente pode ter ocorrido um maior direcionamento e concentração de fotoassimilados para estes grãos, que em menor quantidade dentro das vagens cresceram mais que no ano de 2010.

Tabela 6. Médias de massas de cem grãos de seis genótipos de feijão comum cultivados em condições de baixo nível de nitrogênio no sul do Estado de Tocantins

| Genótipos | Massa cem grãos (g) | | | Médias |
|---------------|---------------------|------------------|------------------|---------|
| | Entressafra 2010 | Entressafra 2011 | Entressafra 2012 | |
| IAC-Una | 20,15 | 31,27 | 30,24 | 27,22 b |
| IAC-Centauro | 22,95 | 28,58 | 31,07 | 27,53 b |
| Princesa | 20,78 | 30,01 | 28,89 | 26,56 b |
| IPR-Colibri | 22,48 | 33,36 | 33,20 | 29,68 a |
| Safira | 19,82 | 27,76 | 28,30 | 25,29 b |
| BRS-Esplendor | 19,56 | 24,01 | 21,94 | 21,83 c |
| Médias | 20,96 B | 29,16 A | 28,94 A | |

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste Scott-Knott e maiúscula na linha pelo teste Tukey, ambos a 5% de probabilidade. CV = 11,20% e Teste F = 1,433*

Para a produtividade de grãos (Tabela 7), no ano de 2010 os genótipos foram classificados em dois grupos estatísticos, sendo o mais produtivo composto pelo genótipo Princesa (1.699,83 kg ha⁻¹) e o menos produtivo composto por cinco genótipos com produtividades variando de 841,42 a 1.101,39 kg ha⁻¹. No ano de 2011 também houve a classificação dos genótipos em dois grupos, sendo o grupo mais produtivo composto pelos genótipos IAC-Una, Princesa e Safira (com produtividades variando de 1.507,83 a 1.665,06 kg.ha⁻¹). Em 2012 os genótipos demonstraram comportamento semelhante, com produtividades variando de 843,95 a 1.394,74 kg.ha⁻¹.

Por motivo de alta infestação de plantas daninhas no ano de 2012, no início do desenvolvimento da cultura (fase fenológica V2) foi aplicado herbicida do grupo químico benzotiadiazinona que mesmo sendo recomendado à cultura do feijão comum provocou fitotoxidez nas plantas, devido provavelmente a aplicação ter ocorrido três dias antes da recomendação técnica que é na fase V3 (RODRIGUES e ALMEIDA, 2005), fato este que pode ter contribuído para a redução da produtividade do genótipo Princesa que parece ter sido o mais sensível a fitotoxidez provocada pelo herbicida.

As produtividades, como já eram de se esperar não foram elevadas, o que é facilmente explicado pela condição de estresse de nitrogênio imposta aos genótipos (20 kg ha⁻¹ de N). Considerando as médias dos três anos de cultivo e a condição de déficit aos quais estes genótipos foram submetidos, estas produtividades não são necessariamente consideradas inadequadas.

Esta limitação à obtenção de melhores produtividades devido o estresse nutricional de nitrogênio também foi observado em outros trabalhos, como por SALGADO et al. (2012a) que

em estudo do efeito da adubação nitrogenada em genótipos de feijão comum em solos do Cerrado, observaram redução de até 64% da produtividade quando cultivado em condições de baixo nível de adubação nitrogenada (20 kg ha⁻¹ de N). FURTINI et al. (2006) em avaliação de linhagens de feijão também em condições de alto e baixo nível de nitrogênio no solo, observaram decréscimos de até 14%. Já FRANCO et al. (2008) avaliando o efeito de doses e métodos de adubação nitrogenada em um único genótipo de feijão comum, observaram que, quando cultivado em área sem adubação nitrogenada o genótipo reduziu a produtividade em até 61% comparado a quando cultivado em área com adubação de 150 kg ha⁻¹ de N.

Mesmo sendo observada esta redução nos rendimentos devido ao déficit de nitrogênio, os rendimentos obtidos no presente trabalho são de grande interesse, principalmente visando à utilização destes genótipos em condições de nutrição limitada deste elemento. Em relação aos três anos, nem todos os genótipos demonstraram comportamento estável, pois, IAC-Una, Princesa e BRS-Esplendor apresentaram diferenças significativas entre os anos de cultivo. IAC-Centauro, IPR-Colibri e Safira não demonstraram diferenças significativas entre os anos, fato este que é um indicativo de comportamento estável desses genótipos para a produtividade de grãos. Estes resultados concordam com PEREIRA et al. (2009), MELO et al. (2007) e COSTA et al. (2008), onde em estudos de adaptabilidade e estabilidade de genótipos de feijão comum, identificaram genótipos adaptados e estáveis quanto a produtividade em cultivos em diferentes anos e locais. Embora este comportamento estável seja obtido com produtividades menores do que o esperado devido o estresse de nitrogênio, esta informação é de relevante importância, pois, estes genótipos poderão ser indicados para cultivos em

Tabela 7. Médias de produtividade de grãos de seis genótipos de feijão comum cultivados em condições de baixo nível de nitrogênio no sul do Estado de Tocantins

| Genótipos | Produtividade de grãos (kg ha ⁻¹) | | | Médias |
|---------------|---|------------------|------------------|----------|
| | Entressafra 2010 | Entressafra 2011 | Entressafra 2012 | |
| IAC-Una | 841,42 bB | 1.507,83 aA | 1.031,28 aAB | 1.126,85 |
| IAC-Centauro | 952,05 bA | 1.116,85 bA | 1.013,74 aA | 1.027,54 |
| Princesa | 1.699,83 aA | 1.665,06 aA | 843,95 aB | 1.402,95 |
| IPR-Colibri | 1.018,11 bA | 1.017,02 bA | 1.165,65 aA | 1.066,93 |
| Safira | 1.061,69 bA | 1.547,82 aA | 1.134,85aA | 1.248,12 |
| BRS-Esplendor | 1.101,39 bAB | 601,61 bB | 1.394,74 aA | 1.032,58 |
| Médias | 1.112,42 | 1.242,70 | 1.097,37 | |

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste Scott-Knott e maiúscula na linha pelo teste Tukey, ambos a 5% de probabilidade. CV = 30,99% e Teste F = 3,508**.

condições de baixo nível tecnológico, assim como utilizados em programas de melhoramento genético da cultura. O genótipo Princesa foi o único que obteve produtividades superiores a 1.600 kg ha⁻¹ em mais de um ano de cultivo. Para SALGADO et al. (2012b), esta capacidade de produzir de forma satisfatória mesmo em condições de deficiência de nitrogênio pode estar relacionada a maior eficiência no processo de fixação biológica deste genótipo, sendo o mesmo recomendado para cultivos em propriedades de baixo nível tecnológico.

Estes maiores valores de produtividades do genótipo Princesa em 2010 e 2011, são reflexos das características de número de vagens e das maiores estaturas obtidas por este genótipo, confirmando assim a correlação positiva significativa existente do número de vagens por planta ($r = 0,59^{**}$) e altura de plantas ($r = 0,51^{**}$) com a produtividade de grãos e consequentemente uma possível maior influência do número de vagens por planta em relação a produtividade. Estes resultados concordam com os obtidos por ZILIO et al. (2011) e CABRAL et al. (2011), onde também observaram correlação positiva entre

o número de vagens e a produtividade de grãos e discordam dos encontrados por RAMOS JUNIOR et al. (2005), onde os componentes de maior influência na produtividade foram a massa de cem grãos e o número de grãos por vagem. Embora tenha sido observada esta correlação positiva e possivelmente efeito do número de vagens na produtividade de grãos, ZILIO et al. (2011) alerta sobre a complexidade do caráter produtividade e que o rendimento final é resultado da ação conjunta de todos os componentes de produção e não somente da ação individual de cada um.

Conclusões

O genótipo Princesa se destacou compondo sempre os dois grupos de maiores médias para todas as características avaliadas e obtendo rendimentos acima de 1.600 kg ha⁻¹ em mais de um ano de cultivo;

O número de vagens por plantas juntamente com altura de plantas foram as características que mais influenciaram a produtividade dos genótipos.

Referências

- BDMEP - Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa. Banco de dados, 2012. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br>>. Acesso em: 10 Março de 2012.
- BINOTTI, F.F.S.; ARF, O.; ROMANINI JUNIOR, A.; FERNANDES, F.A.; SÁ, M.E.; BUZETTI, S. Manejo do solo e da adubação nitrogenada na cultura de feijão de inverno e irrigado. *Bragantia*, v.66, n.1, p.121-129, 2007.
- CABRAL, P.D.S.; SOARES, T.C.B.; LIMA, A.B.P.; SOARES, Y.J.B.; SILVA, J.A. Análise de trilha do rendimento de grãos de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) e seus componentes. *Revista Ciência Agronômica*, v.42, n.1, p.132-138, 2011.
- Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB). Acompanhamento da safra brasileira: Grãos: safra 12/13. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/>>. Acesso em: 03 nov. de 2012.
- COSTA, J.G.C.; RAVA, C.A.; ZIMMERMANN, F.J.P.; MELO, L.C. Yield stability and adaptability of common bean lines developed by Embrapa. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, v. 38, n. 2, p.141-145, 2008.
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 3. ed. Brasília: EMBRAPA, 2013. 353 p.
- FARINELLI, R.; LEMOS, L.B. Características agronômicas de genótipos de feijoeiro cultivados nas épocas da seca e das águas. *Bragantia*, v. 69, n. 2, p.361-366, 2010.
- FERREIRA, D.F. Sisvar: a computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 35, n. 6, p.1039-1042, 2011.
- 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*, v.30, n. 3, p.427-434, 2008.
- FURTINI, I.V.; RAMALHO, M.A.P.; FURTINI NETO, A.E. Resposta diferencial de linhagens de feijoeiro ao nitrogênio. *Ciência Rural*, v.36, n.6, p.1696-1700, 2006.

- GOMES JUNIOR, F.G.G.; SÁ, M.E.; MURAISHI, C.T. Adubação nitrogenada no feijoeiro em sistema de semeadura direta e preparo convencional do solo. *Acta Scientiarum Agronomy*, v. 30, p.673-680, 2008.
- LEMOS, L.B.; OLIVEIRA, R.S.; PALOMINO, E.C.; SILVA, T.R.B. Características agronômicas e tecnológicas de genótipos de feijão do grupo comercial Carioca. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 39, n. 4, p. 319-326, 2004.
- MEIRA, F.A.; SÁ, M.E.; BUZETTI, S.; ARF, O. Doses e épocas de aplicação de nitrogênio no feijoeiro irrigado cultivado em plantio direto. *Pesq. agropec. bras.*, v.40, n. 4, p.383-388, 2005.
- MELO, L.C.; MELO, P.G.S.; FARIA, L.C.; DIAZ, J.L.C.; PELOSO, M.J.D.; RAVA, C.A.; COSTA, J.G.C. Interação com ambientes e estabilidade de genótipos de feijoeiro-comum na região Centro-Sul do Brasil. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 42, n. 5, p.715-723, 2007.
- OLIVEIRA, R.L.; MUNIZ, J.A.; ANDRADE, M.J.B.; REIS, R.L. Precisão experimental em ensaios com a cultura do feijão. *Ciência e agrotecnologia*, v. 33, n. 1, p.113-119, 2009.
- PEREIRA, H.S.; MELO, L.C.; FARIA, L.C.; PELOSO, M.J.D.; COSTA, J.G.C.; RAVA, C.A.; WENDLAND, A. Adaptabilidade e estabilidade de genótipos de feijoeiro-comum com grãos tipo carioca na região Central do Brasil. *Pesq. Agropec. Bras.*, 2009, v. 44, n. 1, p.29-37, 2009.
- RAMOS JUNIOR, E.U.; LEMOS, L.B.; SILVA, T.R.B. Componentes da produção, produtividade de grãos e características tecnológicas de cultivares de feijão. *Bragantia*, v.64, n.1, p.75-82, 2005.
- RODRIGUES, B.N.; ALMEIDA, F.S. Guia de herbicidas. 5.ed. Londrina: Grafmarke, 2005. 591 p.
- 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*, v. 27, n. 1, p.52-58, 2011.
- SALGADO, F.H.M.; SILVA, J.; OLIVEIRA, T.C.; TONELLO, L.P.; PASSOS, N.G.; FIDELIS, R.R. Efeito do nitrogênio em feijão cultivado em terras altas no sul do estado de Tocantins. *Ambiência*, v. 8, n. 1, p.125-136, 2012a.
- SALGADO, F.H.M.; SILVA, J.; OLIVEIRA, T.C.; BARROS, H.B.; PASSOS, N.G.; FIDELIS, R.R. Eficiência de genótipos de feijoeiro em resposta à adubação nitrogenada. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, v. 42, n. 4, p.368-374, 2012b.
- SANTI, A.L.; DUTRA, L.M.C.; MARTIM, T.N.; BONADIMAN, R.; BELLÉ, G.L.; FLORA, L.P.D.; JAUER, A. Adubação nitrogenada na cultura do feijoeiro em plantio convencional. *Ciência Rural*, v. 36, n. 4, p.1079-1085, 2006.
- SODEK, L. Metabolismo do Nitrogênio. In: Kerbauy, G. B. *Fisiologia Vegetal*. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008. p. 65-81.
- SOUSA, S.A.; SILVA, J.; VENÂNCIO, J.L.; OLIVEIRA, T.C.; BARROS, H.B.; FIDELIS, R.R. Efeito do nitrogênio em genótipos de feijão cultivados em várzea úmida irrigada do estado do Tocantins. *Journal of Biotechnology and Biodiversity*, v. 3, n. 2, p.80-88, 2012.
- ZILIO, M; COELHO, C.M.M.; SOUZA, C.A.; SANTOS, J.C.P.; MIQUELLUTI, D.J. Contribuição dos componentes de rendimento na produtividade de genótipos crioulos de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). *Revista Ciência Agronômica*, v. 42, n. 2, p.429-438, 2011.