

● AGRONOMIA

TURNOS DE REGA E ADUBAÇÕES FOLIARES COM PRODUTOS COMERCIAIS DE FONTES DE MICRONUTRIENTES NA CULTURA DO FEIJOEIRO

*Taynara Tuany Borges Valeriano¹, Onésio Francisco Silva Neto²,
Rodrigo Morais Borges³, Márcio José Santana⁴, Kárita Almeida Silva⁵.

ABSTRACT: Técnicas como a irrigação e a adubação foliar representam alternativas altamente viáveis para um significativo aumento na produtividade da cultura do feijoeiro e, conseqüentemente, uma possível redução no custo total de produção. A irrigação possibilita o cultivo em épocas menos propícias gerando produtividades elevadas e, em alguns casos, cerca de três vezes superiores às obtidas em outras épocas de cultivo. A adubação com macro e micronutrientes, por sua vez, também representa grande importância para o bom desenvolvimento da cultura. Este trabalho teve como objetivo avaliar a influência da aplicação de micronutrientes, via foliar, e turnos de rega para a cultura do feijoeiro. O experimento foi conduzido em vasos, em casa de vegetação, no IFTM Campus Uberaba no período de maio a setembro de 2015. O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso (DBC), em esquema fatorial duplo 4x4, sendo 4 adubações foliares (testemunha; cálcio + boro (CaB); boro (B) e manganês (Mn)), 4 turnos de rega (1; 2; 3 e 4 dias) e 4 repetições. A interação das adubações foliares com os turnos de rega apresentou valores que diferiram estatisticamente entre si para a variável produtividade, sendo que os maiores valores encontrados foram 5177,18; 5306,34; 5263,91 e 5658,72 kg ha⁻¹, respectivamente, às adubações testemunha, CaB, B e Mn realizadas nas plantas submetidas ao turno de rega de 2 e 3 dias.

Keywords: Manejo de irrigação. Aplicação de nutrientes via foliar. *Phaseolus vulgaris* L.

IRRIGATION SHIFTS AND FOLIAR FERTILIZATION WITH COMMERCIAL SOURCES OF MICRONUTRIENTS IN COMMON BEAN CROP

RESUMO: Técnicas como a irrigação e a adubação foliar representam alternativas altamente viáveis para um significativo aumento na produtividade da cultura do feijoeiro e, conseqüentemente, uma possível redução no custo total de produção. A irrigação possibilita o cultivo em épocas menos propícias gerando produtividades elevadas e, em alguns casos, cerca de três vezes superiores às obtidas em outras épocas de cultivo. A adubação com macro e micronutrientes, por sua vez, também representa grande importância para o bom desenvolvimento da cultura. Este trabalho teve como objetivo avaliar a influência da aplicação de micronutrientes, via foliar, e turnos de rega para a cultura do feijoeiro. O experimento foi conduzido em vasos, em casa de vegetação, no IFTM Campus Uberaba no período de maio a setembro de 2015. O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso (DBC), em esquema fatorial duplo 4x4, sendo 4 adubações foliares (testemunha; cálcio + boro (CaB); boro (B) e manganês (Mn)), 4 turnos de rega (1; 2; 3 e 4 dias) e 4 repetições. A interação das adubações foliares com os turnos de rega apresentou valores que diferiram estatisticamente entre si para a variável produtividade, sendo que os maiores valores encontrados foram 5177,18; 5306,34; 5263,91 e 5658,72 kg ha⁻¹, respectivamente, às adubações testemunha, CaB, B e Mn realizadas nas plantas submetidas ao turno de rega de 2 e 3 dias.

Palavras-chave: Irrigação management. Nutrient leaf application. *Phaseolus vulgaris* L.

* Autor correspondente: taynarabvaleriano@gmail.com

1 Doutoranda em Agronomia – Produção Vegetal, com ênfase em Modelagem Agrometeorológica, Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Campus Jaboticabal (UNESP), Jaboticabal, SP, Brasil. taynarabvaleriano@gmail.com

2 Engenheiro Agrônomo, Professor, Instituto Federal do Triângulo Mineiro, (IFTM) Campus Uberaba. Uberaba, MG, Brasil. onesioneto@gmail.com

3 Mestrando em Agronomia - Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria, RS. Brasil. rodrigodemb@gmail.com

4 Professor, Doutor em Agronomia, Instituto Federal do Triângulo Mineiro, (IFTM) Campus Uberaba. Uberaba, MG, Brasil. marciosantana@iftm.edu.br

5 Mestranda em Agronomia – Produção Vegetal. Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Campus Jaboticabal (UNESP), Jaboticabal, SP, Brasil. karitaalmeidasilva@gmail.com

INTRODUÇÃO

O feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.) é uma das espécies mais importantes para a economia brasileira, sendo o Brasil o maior produtor mundial deste grão (DEPEC, 2017). Cultivado em todas as regiões do país, a cultura do feijoeiro apresenta grande importância social (OLIVEIRA et al., 2017). Do ponto de vista nutricional seu consumo é vantajoso devido à alta porcentagem de proteína, 25%, que é rica no aminoácido essencial lisina (EMBRAPA, 2016), além dos valores significativos de carboidratos, vitaminas, minerais e, ainda, baixo conteúdo de gordura e de colesterol (SANTOS et al., 2015).

O rendimento médio nacional ainda é muito baixo, aproximadamente 981 kg ha⁻¹, mesmo o Brasil ocupando a primeira posição no ranking mundial de produção de feijão comum, com aproximadamente 3 615 mil toneladas (CONAB, 2017), enquanto os Estados Unidos, com uma produção de 1 631 mil toneladas, apresenta uma produtividade média de 1 992 kg ha⁻¹ (FAO, 2017). Entre as razões do baixo rendimento está a indisponibilidade ou inacessibilidade de tecnologia de plantio e manejo adaptada aos pequeno e médio produtores, pois o feijoeiro é, em boa parte, uma cultura de subsistência (OLIVEIRA et al., 2017). Para reverter essa situação, pesquisas que envolvem o melhor aproveitamento da relação que caracteriza a resposta da cultura aos determinados fatores, água, fertilizante e energia são de fundamental importância para reduzir os custos de forma mais sustentável possível.

Novas tecnologias vêm sendo empregadas em sistemas produtivos visando redução de custos e aumento da viabilidade de cultivo em regiões com algum tipo de restrição, como a hídrica. Dentre essas novas tecnologias empregadas para o feijoeiro, destacam-se, a aplicação de nutrientes e reguladores vegetais via foliar, produção de novos cultivares, irrigação bem como o manejo da mesma e plantio direto (OLIVEIRA et al., 2015).

A irrigação constitui alternativa viável na melhoria da produtividade, visto que a redução da disponibilidade hídrica do solo pode causar sérios prejuízos à cultura, principalmente durante o período de veranicos, causando implicações diretas ao desenvolvimento da planta nos processos fisiológicos, com redução da transpiração, taxa fotossintética, temperatura foliar e morfologia das plantas, prejudicando a produção em casos de secas severas (MENDES et al., 2007; SANTOS et al., 2009; PEIXOTO, 2011; FERNANDES et al., 2015; SILVA et al., 2017). Portanto é necessário o manejo racional para maximizar a produção, pois o excesso também afeta o rendimento das culturas (LOPES et al., 2011). A não utilização de um método adequado pode comprometer a produção (TURCO; RIZZATTI; PAVANI, 2009; SILVA et al., 2017).

Aplicação de nutrientes via foliar pode propiciar efeito direto no crescimento do feijoeiro e, consequentemente, na produtividade e qualidade das sementes (OLIVEIRA et al., 2015). O molibdênio (Mo) tem papel fundamental no aumento da produtividade do feijoeiro por potencializar a fixação biológica do nitrogênio (VIEIRA et al., 2015). Já o boro (B), essencial para o desenvolvimento, participa de várias reações biológicas

e a grande vantagem da aplicação deste nutriente via foliar é o melhor aproveitamento do nutriente pela planta e respostas mais rápidas, podendo-se assim corrigir deficiências já presentes na cultura com maior eficiência (COSTA et al., 2014).

De acordo com Domingues et al. (2014), o cálcio (Ca) atua em diversas etapas importantes para a produção dos grãos, como organização de paredes celulares, estabilização de membranas, sinalização celular, indução hormonal, liquidação e crescimento de tubos de pólen e alongamento de raiz. Outro elemento importante é o manganês, uma vez que está relacionado à formação da lignina (MARSCHNER, 2011), que, por sua vez, é uma das substâncias presentes na parede celular, conferindo-lhe rigidez.

Diante do exposto, o presente trabalho teve por objetivo avaliar a influência da adubação foliar com micronutrientes conciliados com adoção de turnos de rega sobre o desenvolvimento e produtividade da cultura do feijoeiro.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro (IFTM) – *Campus* Uberaba, localizado no município de Uberaba-MG, situado a 19° 39' 19" S e 47° 57' 27" W, e 800 m acima do nível do mar. Foi realizada a classificação do clima, conforme a Thornthwaite (1948), utilizando a última normal climatológica disponibilizada pelo INMET (1981 - 2010), sendo um clima do tipo B₁rB₄a', úmido, sem ou com pequena deficiência hídrica, megatérmico e com evapotranspiração relativa inferior a 48 mm. Com precipitação anual de 1.476 mm e temperatura média de 21,9 °C.

O experimento foi conduzido em uma casa de vegetação. O solo da área experimental pertence à classe textural Franco Arenosa, cujas características químicas foram analisadas pelo Laboratório de Análise do Solo da LABFERT em Uberaba-MG (Tabela 1).

Tabela 1 Resultados da análise química do solo na camada de 0-0,2 m da área experimental. Uberaba - MG, 2014.

| Características | Teores | Características | Teores |
|--|--------|-------------------------------|--------|
| pH em água | 4,6 | SB (mmolc dm ⁻³) | 8,78 |
| P (mg dm ⁻³) | 3,0 | CTC (mmolc dm ⁻³) | 39,78 |
| K (mmolc dm ⁻³) | 0,58 | Co (g dm ⁻³) | 10,49 |
| Ca ²⁺ (mmolc dm ⁻³) | 6,2 | V (%) | 22,07 |
| Mg ²⁺ (mmolc dm ⁻³) | 2,0 | B (mg dm ⁻³) | 0,10 |
| Al ³⁺ (mmolc dm ⁻³) | 2,0 | Mn (mg dm ⁻³) | 3,6 |
| H + Al (mmolc dm ⁻³) | 31,0 | MO (g dm ⁻³) | 18,1 |

Análises realizadas no Laboratório de Análise de Solo da EPAMIG. t é a CTC efetiva; T é a CTC a pH igual a 7,0; m é a saturação por alumínio; V é a saturação por bases; SB é a soma de bases trocáveis; P-rem é o fósforo remanescente.

Fonte: Autores.

A cultivar de feijoeiro implantada no experimento foi a IAC Milênio, de ciclo médio, 95 dias, alta qualidade de grãos, com tolerância ao escurecimento e resistente

ao *Fusarium oxysporum* e às raças fisiológicas 81, 89 e 95 do patógeno da antracnose (*Colletotrichum lindemuthianum*).

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso (DBC), em um esquema fatorial duplo de 4 x 4. Os tratamentos constituíram de quatro turnos de rega (1, 2, 3 e 4 dias) e quatro adubações foliares (testemunha; cálcio e boro (CaB); boro (B); manganês (Mn), com 4 repetições totalizando 64 parcelas experimentais. Cada parcela foi constituída de um vaso de polietileno com capacidade para 14 dm³, dispostas a 0,5 m e a 1 m entre os blocos.

A correção do solo foi realizada através da calagem por meio da mistura de 7,67 g de calcário do tipo Filler no solo em cada vaso elevando-se a saturação por base para 60%. A adubação do experimento foi realizada, segundo recomendações de Malavolta (1980), fornecendo os nutrientes nas seguintes doses, em mg dm⁻³: N = 300; P = 200; K = 150; Ca = 75; Mg = 15; S = 50; B = 0,5; Cu = 1,5; Fe = 1,5; Mn = 3,0; Mo = 0,1 e Zn = 5,0. A dose total de P e 50% das doses de N e K foram adicionadas três dias antes da semeadura que ocorreu no dia 29 de maio de 2015, sendo semeadas cinco sementes por vaso e, após cinco dias, foi feito o desbaste, deixando somente três plantas por vaso.

As adubações de cobertura foram realizadas parcelando-se o restante das doses de K e N aos 20 e 40 dias após a semeadura (DAS). As adubações foliares foram divididas em duas aplicações sendo realizadas aos 25 e 35 dias após a emergência (DAE). As aplicações foram realizadas por meio de um pulverizador costal de 20 L. Os produtos utilizados foram Pitstop Plus® (fonte de cálcio e boro), Boro Super® (fonte de boro) e Broadacre Mn+® (fonte de manganês). A dose utilizada foi de 250 mL ha⁻¹ para ambos os produtos.

As variáveis meteorológicas da casa de vegetação, como temperatura e umidade relativa do ar, foram monitoradas por meio de um termo-higrômetro digital instalado no interior da casa de vegetação.

A capacidade de campo dos solos contidos nos vasos foi obtida no início do experimento, em que os solos foram saturados com água, envolvendo-os individualmente com plástico, de forma a forçar a perda de água apenas por drenagem. Após a drenagem ter sido cessada (aproximadamente 24 horas) os plásticos foram retirados.

O volume de água de reposição foi obtido a partir da quantidade de água evapotranspirada diariamente. Foram instalados em um vaso por repetição, drenos de coleta da água de percolação para determinação da evapotranspiração da água no solo, conforme expresso na Equação 1 (GERVÁSIO; CARVALHO; SANTANA, 2000; SANTANA et al., 2003).

$$ET = I - D \quad (1)$$

em que, ET é a evapotranspiração diária (mL); I é a quantidade de água irrigada (mL); D é a quantidade de água drenada (mL).

A reposição de água foi realizada manualmente de acordo com o turno de rega (1, 2, 3 ou 4 dias), com

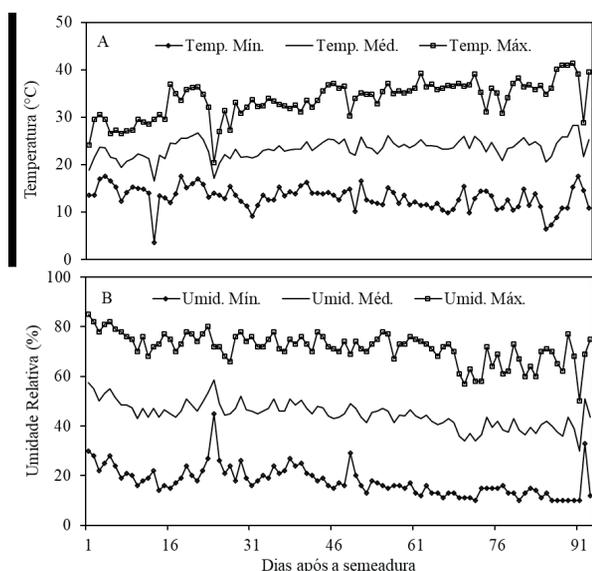
auxílio de uma proveta graduada a fim de proporcionar a precisão na lâmina desejada em cada tratamento.

Foram avaliadas, altura de plantas, diâmetro do caule e número de folhas aos 45, 60, 75 e 90 DAS. A colheita ocorreu no dia 4 de setembro de 2015, sendo avaliados: número de vagens por planta; número de grãos por planta; número de grãos por vagem; matéria seca (plantas coletadas em pleno florescimento, estágio R5); peso de 100 grãos e produtividade. Todas as características foram submetidas à análise de variância, sendo os efeitos dos tratamentos estudados por meio do teste de média Scott-Knott. A ferramenta utilizada para as análises foi o software Sisvar for Windows, versão 5.6 (FERREIRA, 1999).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores médios de temperatura máxima, média, mínima e umidade relativa do ar (UR) foram de 33,78°C, 23,41°C, 13,04°C e 44,73%, respectivamente (Figura 1). O rendimento de grãos do feijoeiro é bastante afetado quanto à temperatura do ar, por ser uma planta C3 os altos valores de temperatura, acima de 35°C, vão induzir a fotorrespiração e inibir a fotossíntese (TAIZ; ZEIGER, 2013). Assim, temperaturas do ar abaixo de 12 °C podem provocar abortamento de flores, ocasionando decréscimo na produtividade (EMBRAPA, 2016). Em relação a UR, os maiores problemas fitossanitários com a cultura ocorrem quando a umidade relativa é superior a 70% (VIEIRA, 2006), portanto as condições climáticas para a condição do experimento foram adequadas.

Figura 1 Temperatura e umidade relativa do ar durante a condução do experimento, em Uberaba - MG.



Fonte: Autores

Na Tabela 2, encontra-se o resumo da análise de variância da altura de plantas, na qual pode-se verificar que houve diferença estatística apenas entre os turnos de rega. Não havendo diferença estatística aos 45, 60 e 90 dias após a semeadura (DAS). No entanto, na avaliação realizada aos 75 DAS, os turnos de rega se diferiram significativamente.

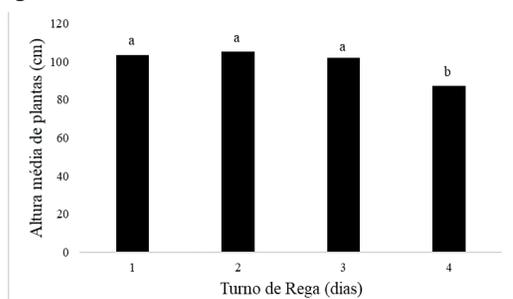
Tabela 2. Resumo da análise de variância dos dados relativos à altura de planta (cm) do feijoeiro em função do turno de rega e da adubação foliar. Uberaba-MG, 2015.

| FV ¹ | GL ² | Pr > Fc | | | |
|---------------------|-----------------|------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| | | Altura de plantas (cm) | | | |
| | | 45 DAS | 60 DAS | 75 DAS | 90 DAS |
| Turno de Rega (TR) | 3 | 0,1335 ^{ns} | 0,0939 ^{ns} | 0,0066* | 0,0983 ^{ns} |
| Adubação (AD) | 3 | 0,5989 ^{ns} | 0,7577 ^{ns} | 0,7301 ^{ns} | 0,3121 ^{ns} |
| TR*AD | 9 | 0,1269 ^{ns} | 0,3187 ^{ns} | 0,3245 ^{ns} | 0,9775 ^{ns} |
| CV ³ (%) | - | 28,55 | 17,56 | 15,26 | 17,97 |
| Média geral | - | 31,82 | 37,86 | 99,50 | 95,79 |

¹ fontes de variação; ² grau de liberdade; ³ coeficiente de variação; * significativo a 5 % de probabilidade pelo teste F; ns não significativo pelo teste F.

Fonte: Autores

Os turnos de rega menores (1, 2 e 3 dias) possibilitaram a realização da irrigação com maior frequência em intervalos de tempo menores; portanto, os valores para altura das plantas foram maiores, enquanto para o maior turno de rega (4 dias) o valor foi significativamente menor (Figura 2).

Figura 2 Altura média das plantas (cm) em função dos turnos de rega, em Uberaba-MG.

Fonte: Autores

Os turnos de rega e as adubações foliares não interferiram significativamente no diâmetro do caule e no número de folhas das plantas de feijão (Tabelas 3 e 4).

Em um trabalho semelhante com a mesma espécie, Reys-Matamoros et al. (2014) verificaram que o estresse hídrico em plantas de *Phaseolus vulgaris* L. não afetou o número de folhas, ramos e estruturas reprodutivas, exceto para o tratamento de 50% de reposição de água.

Tabela 3 Resumo da análise de variância dos dados relativos ao diâmetro do caule (mm) do feijoeiro em função do turno de rega e da adubação foliar. Uberaba-MG, 2015.

| FV ¹ | GL ² | Pr > Fc | | | |
|---------------------|-----------------|------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| | | Diâmetro de caule (mm) | | | |
| | | 45 DAS | 60 DAS | 75 DAS | 90 DAS |
| Turno de Rega (TR) | 3 | 0,3171 ^{ns} | 0,6041 ^{ns} | 0,0819 ^{ns} | 0,3081 ^{ns} |
| Adubação (AD) | 3 | 0,2349 ^{ns} | 0,6741 ^{ns} | 0,4783 ^{ns} | 0,1400 ^{ns} |
| TR*AD | 9 | 0,2378 ^{ns} | 0,2345 ^{ns} | 0,1988 ^{ns} | 0,5366 ^{ns} |
| CV ³ (%) | - | 12,59 | 7,43 | 6,83 | 6,24 |
| Média geral | - | 4,78 | 5,30 | 5,16 | 5,59 |

¹ fontes de variação; ² grau de liberdade; ³ coeficiente de variação; * significativo a 5 % de probabilidade pelo teste F; ns não significativo pelo teste F.

Fonte: Autores

Tabela 4 Resumo da análise de variância dos dados relativos ao número de folhas (folhas) do feijoeiro em função do turno de rega e da adubação foliar. Uberaba-MG, 2015.

| FV ¹ | GL ² | Pr > Fc | | | |
|---------------------|-----------------|---------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| | | Número de folhas (folhas) | | | |
| | | 45 DAS | 60 DAS | 75 DAS | 90 DAS |
| Turno de Rega (TR) | 3 | 0,5806 ^{ns} | 0,2532 ^{ns} | 0,1813 ^{ns} | 0,1455 ^{ns} |
| Adubação (AD) | 3 | 0,4388 ^{ns} | 0,1284 ^{ns} | 0,3185 ^{ns} | 0,6623 ^{ns} |
| TR*AD | 9 | 0,6926 ^{ns} | 0,9745 ^{ns} | 0,2003 ^{ns} | 0,8577 ^{ns} |
| CV ³ (%) | - | 15,81 | 19,44 | 15,46 | 31,09 |
| Média geral | - | 3,59 | 7,31 | 8,74 | 5,19 |

¹ fontes de variação; ² grau de liberdade; ³ coeficiente de variação; * significativo a 5 % de probabilidade pelo teste F; ns não significativo pelo teste F.

Fonte: Autores

Em relação a variável número de vagens por planta, houve diferença significativa apenas entre os turnos de rega. Quanto às variáveis número de grãos por planta e peso de 100 grãos, apenas entre as adubações foliares realizadas a diferença estatística ocorreu. Para a produtividade, a interação entre os turnos de rega e as adubações foliares foi significativa, com uma média geral de 4846,54 kg ha⁻¹. O mesmo não ocorreu para o número de grãos por vagem e a matéria seca das plantas de feijão, nas quais os turnos de rega e as adubações foliares não interferiram significativamente (Tabela 5).

O número de grãos por vagem, de acordo com Andrade et al. (1998), é uma característica agrônômica relacionada ao aspecto varietal, sendo pouco afetado por alterações do ambiente.

A variável matéria seca da planta obteve um valor médio de 5,79 g (Tabela 5). De forma diferente ao observado no presente estudo, segundo Anjos (2014), a aplicação de bioestimulante e micronutrientes proporcionou valores de massa seca da parte aérea maiores do que os valores encontrados nas plantas sem aplicação dos mesmos e semelhantes aos valores obtidos em plantas sob aplicação de NPK.

Tabela 5 Resumo da análise de variância dos dados relativos ao número de vagens por planta (NVP), número de grãos por planta (NGP), número de grãos por vagem (NGV), peso de 100 grãos (P100), matéria seca de plantas (MSP) e produtividade (PROD) do feijoeiro em função do turno de rega e da adubação foliar. Uberaba-MG, 2015.

| FV ¹ | GL ² | Pr > Fc | | | | | |
|---------------------|-----------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|------------------------|
| | | NVP | NGP | NGV | P100 | MSP | PROD |
| | | (grãos) | (grãos) | (grãos) | (g) | (g) | (kg ha ⁻¹) |
| Turno de Rega (TR) | 3 | 0,0443* | 0,2291 ^{ns} | 0,5624 ^{ns} | 0,1335 ^{ns} | 0,8681 ^{ns} | 0,00001* |
| Adubação (AD) | 3 | 0,4988 ^{ns} | 0,0015* | 0,0539 ^{ns} | 0,0016* | 0,2236 ^{ns} | 0,00001* |
| TR*AD | 9 | 0,2302 ^{ns} | 0,0510 ^{ns} | 0,1455 ^{ns} | 0,0790 ^{ns} | 0,7357 ^{ns} | 0,00001* |
| CV ³ (%) | - | 13,99 | 22,11 | 22,93 | 22,32 | 33,31 | 10,10 |
| Média geral | - | 15,82 | 66,56 | 4,26 | 40,21 | 5,79 | 4846,54 |

¹ fontes de variação; ² grau de liberdade; ³ coeficiente de variação; * significativo a 5 % de probabilidade pelo teste F; ns não significativo pelo teste F.

Fonte: Autores

Para o número de vagens por planta (Figura 3A), houve diferença significativa apenas para o turno de rega, sendo que o turno de rega 4 proporcionou o menor número de vagens por planta 14,65, ao passo que os demais turnos de rega foram superiores com o valor máximo de 16,97 obtido no turno de rega 2.

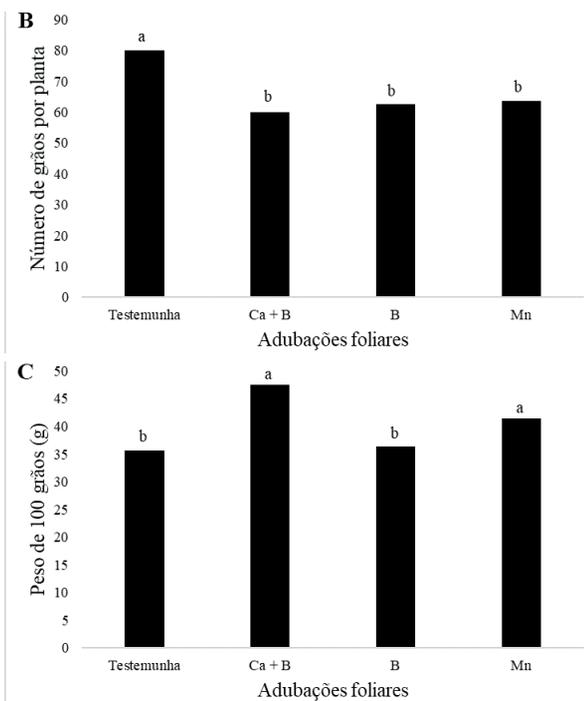
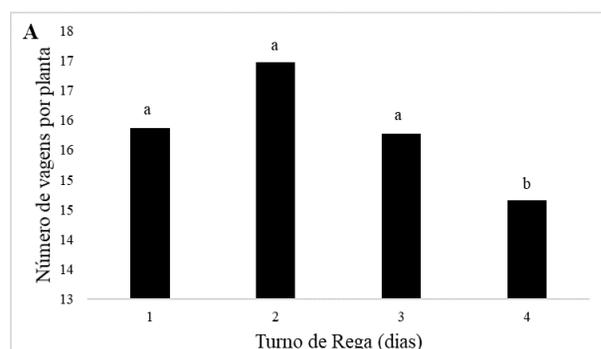
Semelhante aos resultados encontrados neste estudo, Peruchi (2006) constatou que tanto o rendimento de grãos quanto os seus componentes (número de vagens por planta, número de grãos por vagem e massa de 100 grãos) não apresentaram resposta à aplicação foliar de B e Zn. Resultado este encontrado também por Lima, Andrade e Carvalho (1999) para todas as variáveis.

Quanto a variável número de grãos por planta, houve diferença significativa apenas entre as adubações foliares realizadas. O maior número de grãos por planta encontrado foi na adubação testemunha, com um valor médio de 79,93 grãos por planta. A média geral do número de grãos por planta encontrada foi de 66,56 grãos (Figura 3B).

Em relação à variável massa de 100 grãos, as adubações com cálcio e boro (Ca + B) e manganês (Mn) proporcionaram os maiores valores, sendo 47,47g e 41,41g, respectivamente. Já as adubações testemunha e boro (B) apresentaram valores menores, sendo 35,59g e 36,38g, respectivamente (Figura 3C). Este resultado difere do obtido por Lana et al. (2008), em que a aplicação de micronutrientes no feijoeiro não encontraram, para o peso de 100 grãos, diferenças significativas entre a aplicação e a não aplicação de tais nutrientes.

No entanto, em estudo realizado por Fernandes et al. (2007), a massa de 100 grãos sofreu influência linear da aplicação de doses crescentes de Mn via foliar. A elevação da dose de Mn aumentou o valor dessa variável até a dose máxima estudada e, com a aplicação de 600 g ha⁻¹ de Mn, obtiveram-se sementes 8,8% mais pesadas que no tratamento testemunha. De acordo com Zilio et al. (2011), a massa de 100 grãos é uma característica que possui caráter de herança qualitativa, pouco influenciado pelo ambiente e controlado por poucos genes.

Figura 3 A) Número de vagens por planta (vagens) em função dos turnos de rega, B) Número de grãos por planta (grãos) em função das adubações foliares e C) Peso de 100 grãos (g) em função das adubações foliares, em Uberaba - MG.



Fonte: Autores

Para os turnos de rega de 1, 3 e 4 dias as médias de produtividade dentro de cada adubação foliar foram próximas, sendo que os maiores valores foram encontrados nas adubações foliares testemunha e cálcio e boro (Ca + B). O turno de rega de 2 dias apresentou médias de produtividade altas e semelhantes em todas as adubações, variando de 5100 kg ha⁻¹ a 5700 kg ha⁻¹. Para as adubações testemunha e cálcio e boro (Ca + B), as médias de produtividade encontradas em cada turno de rega foram semelhantes e não diferiram estatisticamente entre si.

Para a adubação com boro (B), os maiores valores de produtividade foram encontrados nos turnos de rega de 2 e 4 dias. Na adubação com manganês (Mn), os valores de produtividade foram semelhantes sendo que o menor valor foi encontrado no turno de rega de 3 dias (Tabela 6).

Tabela 6 Médias de produtividade (kg ha⁻¹) do feijoeiro em função do turno de rega dentro de cada adubação foliar. Uberaba-MG, 2015.

| Turnos de rega (dias) | Adubações foliares | | | |
|-----------------------|--------------------|-------------|-------------|-------------|
| | Test | Ca + B | B | Mn |
| 1 | 5243,14 a A1 | 5455,15 a A | 1617,91 b B | 4868,14 b A |
| 2 | 5177,18 a A | 5306,34 a A | 5263,91 a A | 5658,72 a A |
| 3 | 5572,53 a A | 5493,01 a A | 4989,18 a B | 4462,38 b B |
| 4 | 4609,21 a A | 4550,56 b A | 4688,81 a A | 4588,50 b A |

1 médias seguidas pela mesma letra minúscula na vertical e maiúscula na horizontal não diferem entre si estatisticamente, ao nível de 5% de significância, pelo teste de SkottKnott.

Fonte: Autores

De acordo com Costa et al. (2014), avaliando diferentes doses de boro para a produtividade, houve diferenças significativas entre os tratamentos indicando

um aumento de produtividade quando aplicada a dose de 300g ha⁻¹, atingindo cerca de 2860 kg ha⁻¹ para a cultivar BRS Pérola.

Lana et al. (2008), estudando micronutrientes no sistema de plantio direto na cultura do feijoeiro, verificaram que as piores médias da produtividade foram da testemunha e do tratamento que recebeu todos os micronutrientes (coquetel de micronutrientes), não havendo diferença significativa entre esses dois tratamentos, porém, nos tratamentos com suplementação de zinco e o tratamento com Co e Mo, houve incremento na produtividade, indicando que, em algumas situações, seja interessante o balanceamento da aplicação dos micronutrientes no solo, visto que uma aplicação desequilibrada pode atuar de forma desfavorável ao desenvolvimento da cultura.

CONCLUSÃO

A aplicação de micronutrientes via foliar e o emprego de turnos de rega distintos apresentaram interação apenas para a variável produtividade, sendo que os maiores valores foram observados nas adubações testemunha, CaB com turno de rega de 2 dias, enquanto, para o B e Mn, os maiores valores de produtividades foram com turno de rega de 3 dias.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, M. J. B. et al. Resposta da cultura do feijoeiro à aplicação foliar de molibdênio e às adubações nitrogenadas de plantio e cobertura. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 22, n. 4, p. 499-508, out./dez. 1998.
- ANJOS, D. N. dos. **Bioestimulantes, NPK e micronutrientes na cultura do feijão comum em Vitória da Conquista-BA**. Vitória da Conquista, 2014. 61 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia),UESB, Vitória da Conquista – BA, 2014.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Perspectivas da agropecuária**. [Brasília, DF: Conab, 2017]. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/17_09_06_09_30_08_perspectivas_da_agropecuaria_bx.pdf>. Acesso em: 07 dez. 2017.
- COSTA, L. F. S. et al. Aplicação de boro em feijoeiro e aspectos microbiológicos do solo. **Revista Mirante**, Anápolis, v. 7, n. 2, p. 157-167, dez. 2014.
- DEPARTAMENTO DE PESQUISAS E ESTUDOS ECONÔMICOS. **Feijão**. [S.l. :s.n., 2017]. Disponível em: <https://www.economiaemdia.com.br/EconomiaEmDia/pdf/infset_feijao.pdf>. Acesso em: 24 set. 2017.
- DOMINGUES, L. S. et al. Selection of common bean lines for calcium use efficiency. **Revista Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v. 45, n. 4, p. 767-776, 2014.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Cultivo do feijão das primeira e segunda safras na região sul de Minas Gerais**: introdução e importância econômica, 2014. [S.l. :s.n., 2014] Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Feijao/FeijaoPrimSegSafrFeija/>>. Acesso em: 20 jan. 2016.
- FERNANDES, D. S. et al. Produtividade e qualidade fisiológica de sementes de feijão em consequência da aplicação foliar de manganês. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, n. 3, p. 419-426, mar. 2007.
- FERNANDES, F. B. P. et al. Efeito de manejos do solo no déficit hídrico, trocas gasosas e rendimento do feijão-de-corda no semiárido. **Revista Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v. 46, n. 3, p. 506-515, 2015.
- FERREIRA, D. F. **Sisvar**. Versão 4. 3. Lavras: UFLA/DEX, 1999. 4 disquetes.
- LANA, R. M. Q. et al. Utilização de micronutrientes na cultura do feijoeiro cultivado no sistema plantio direto. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 24, n. 4, p. 58-63, out./dez. 2008.
- LIMA, S. F.; ANDRADE, M. J. B.; CARVALHO, J. G. Resposta do feijoeiro a adubação foliar de boro, molibdênio e zinco. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 23, n. 2, p. 462-467, abr./jun., 1999.
- LOPES, A. S. et al. Manejo de irrigação e nitrogênio no feijoeiro comum cultivado em sistema plantio direto. **Revista Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v. 42, n. 1, p. 51-56, 2011.
- MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. Piracicaba: Agrônômica Ceres, 1980. 251p.
- MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 3. ed. New York: Academic Press, . 2011.
- MENDES, R. M. S. et al. Relações fonte-dreno em feijão-de-corda submetido à deficiência hídrica. **Revista Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v. 38, n. 1, p. 95-103, 2007.
- OLIVEIRA, C. A. B.; PELÁ, G. M.; PELÁ, A. Inoculação com *Rhizobium tropici* e adubação foliar com molibdênio na cultura do feijão comum. **Revista de Agricultura Neotropical**, Cassilândia, MS, v. 4, p. 43-50, 2017.
- OLIVEIRA, F. A. et al. Produção de feijão caupi em função da salinidade e regulador de crescimento. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, PB, v. 19, n. 11, p. 1049-1056, 2015.
- PEIXOTO, C. P. **Curso de Fisiologia Vegetal**. Cruz das Almas: Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, 2011. 177 p.

PERUCHI, M. **Aplicação de fertilizantes foliares em culturas anuais**. Ilha Solteira, 2006. 66 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – UNESP. Ilha Solteira, SP, 2006.

REYES-MATAMOROS, J. et al. Efecto del estrés hídrico en plantas de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en condiciones de invernadero. **Revista Iberoamericana de Ciencias**, Brownsville, Texas, v. 1, n. 2, p. 191-203, 2014.

SANTOS, M. G. et al. Photosynthetic parameters and leaf water potential of five common beans genotypes under mild water deficit. **Biologic Plantarum**, [S.l.], v. 53, n. 2, p. 229-236, 2009.

SANTOS, S. M. C.; FERNANDES, D. M.; ANTONAGELO, J.A. Fontes e doses de nitrogênio na nutrição, produção e qualidade de grãos do feijoeiro comum. **Journal of Agronomic Sciences**, Umuarama, v. 5, n. 1, p. 69-82, 2016.

SILVA, D. M. R. et al. Resposta do feijoeiro a lâminas de água aplicada em relação à evapotranspiração da cultura. **Revista Agropecuária Técnica**, [S.l.], v. 38, n. 2, p. 71-77, 2017.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013.

TURCO, J. E. P., RIZZATTI, G. S.; PAVANI, L. C. Custo de energia elétrica em cultura do feijoeiro irrigado por pivô central, afetado pelo manejo da irrigação e sistemas de cultivo. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 29, n. 2, p. 311-320, 2009.

VIEIRA, C.; PAULA JÚNIOR, T. J.; BORÉM, A. **Feijão**. 2. ed. Viçosa: UFV - Universidade Federal de Viçosa, 2006.

VIEIRA, R. F. et al. Aplicação foliar de molibdênio na fase de enchimento de vagens do feijão-comum pode reduzir a qualidade da semente. **Ver. Ceres**, Viçosa, v. 62, n. 4, p. 415-419, 2015.

ZILIO, M. et al. Contribuição dos componentes de rendimento na produtividade de genótipos crioulos de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 42, n. 2, p. 429-438, 2011.