



NÍVEIS DE DEPLEÇÃO E POTENCIAL MATRICIAL DO SOLO DE TEXTURA MÉDIA NA PRODUTIVIDADE DO FEJJOEIRO

Ramilos Rodrigues de Brito¹, Hélio Grassi Filho², João Carlos Cury Saad², Simone Raquel Mendes de Oliveira³, Pedro Henrique Pinto Ribeiro⁴

RESUMO

O desperdício do recurso hídrico sempre foi uma das maiores preocupações relacionadas ao sistema agrícola. Em cultivos irrigados, definir a quantidade ideal de água para a planta é o ponto chave para o sucesso do empreendimento. O objetivo do trabalho foi avaliar dois métodos de manejo da irrigação, baseados no potencial mátrico do solo e na depleção da água disponível, em solo de textura média, e seus efeitos na produtividade de grãos do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) em solo de textura média. Os tratamentos foram estabelecidos por cinco níveis de tensão (– 30, – 40, – 50, – 60 e – 70 kPa) e cinco níveis de depleção (30, 40, 50, 60 e 70% da AD), em quatro repetições delineadas em blocos casualizados. O experimento foi conduzido em ambiente protegido no Departamento de Solos e Recursos Ambientais (UNESP/FCA), Botucatu, São Paulo. Avaliou-se os parâmetros: Número de vagens por planta (NVP); Produção de vagens por planta (PVP, g); Comprimento da vagem (COMPV, cm); Número de grãos por vagem (NGV); Peso de grãos por vagem (PGV, g); Peso de 100 grãos (P100G, g) e Produção de grãos (PG, g planta⁻¹). O método do potencial mátrico destacou-se sobre a tensão, obtendo a produtividade de grãos de 12,11 g planta⁻¹.

Palavras-chave: *Phaseolus vulgaris* L., manejo da irrigação, componentes de produção, tensiômetro

LEVELS OF DEPLETION AND MATRIC POTENTIAL OF MEDIUM TEXTURE SOIL IN BEAN PRODUCTIVITY

ABSTRACT

The waste of water resources has always been a major concern related to the agricultural system. In irrigated crops, define the optimal amount of water for the plant is the key to the success of the enterprise. This study tested which of the irrigation management criteria, tension or depletion-based, yields a greater productivity from on bean culture (*Phaseolus vulgaris*) in clayey soil. The treatments comprised of five tensions (– 30, – 40, – 50, – 60 and – 70 kPa) and five levels of depletion (30, 40, 50, 60 and 70% of AD), with four replications designed in randomized blocks. The experiment took place in a protected environment, on the departamento of Natural Resources / Soil Sciences (UNESP/FCA) of Botucatu, São Paulo State. The following variables were analyzed: number of pods

¹ Eng. Agrônomo, Doutorando Irrigação e Drenagem UNESP/FCA, Botucatu – SP, email: ramilos@hotmail.com

² Eng. Agrônomo, Professor UNESP/FCA, Botucatu – SP

³ Eng. Agrônomo, Professora CTT, Teresina - PI

⁴ Tecnólogo, Doutorando Irrigação e Drenagem UNESP/FCA, Botucatu – SP

per plant (NVP); Pod production per plant (PVP, g); Pod length (COMPV, cm); Number of grains per pod (NGV); Grain weight per pod (PGV, g); weight of 100 grains (P100G, g) and grain production (PG, g plant⁻¹). The matric potential got a better result, when it compared with the depletion method, getting the grain yield 12,11 g plant⁻¹.

Keywords: *Phaseolus vulgaris* L., irrigation management, yield componentes, tensiometer

INTRODUÇÃO

Um dos aspectos mais importantes para o sucesso da agricultura irrigada é o manejo da água aplicada pela irrigação, uma vez que o desperdício do recurso hídrico é uma das maiores preocupações relacionadas ao sistema agrícola. Em cultivos irrigados, definir a quantidade ideal de água para a planta é o ponto chave para o sucesso do empreendimento e muitos são os métodos utilizados para a determinação dessa quantidade ideal, capaz de atender às demandas hídricas das culturas sem desperdício hídrico. Um desses métodos baseia-se no controle da tensão de água no solo que apesar de avaliar de forma indireta a deficiência hídrica de uma cultura, tem se mostrado eficaz (FIGUERÊDO et al., 2008).

O método do acompanhamento do nível de água no solo, na zona de maior atividade das raízes por meio de medidas de tensão utilizando o tensiômetro permite identificar se o solo está suficientemente seco para o reinício das irrigações ou suficientemente úmido para interromper sua aplicação (AZEVEDO; SILVA, 1999).

O método de controle da tensão de água no solo possibilita a indicação do momento de irrigar com base no potencial matricial ou com base na depleção de água no solo. Apesar de possuir um limite de operação de 80 kPa, não compromete a eficiência do método na determinação da quantidade de água para o feijoeiro, isso porque as leituras de tensão variam de -30 a -40 kPa, onde nessas condições são ideais para a cultura, leitura de 10 kPa indica um solo muito úmido e leituras que ultrapassam 40 kPa indicam limitação de água para o feijoeiro, principalmente em regiões de alta demanda atmosférica (SILVEIRA; STONE, 2001).

Para a cultura do feijão recomenda-se proceder à irrigação quando a tensão da água

no solo atingir 35 kPa (SILVEIRA; STONE, 1994). Para a depleção, o valor recomendado é de 0,45, ou seja, irrigar quando tiver sido consumido 45% do intervalo superior de água disponível (ALLEN et al., 1998). A questão prática, é que o fato dos dois métodos de manejo da irrigação, o primeiro baseado no potencial matricial e o segundo baseado na depleção de água no solo, não resultam no mesmo teor de água.

Considerando a diferença entre potencial mátrico e depleção de água no solo, objetivou-se avaliar esses dois métodos de manejo da irrigação, em solo de textura média, e seus efeitos na produtividade de grãos do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.).

MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio foi desenvolvido em ambiente protegido no período de 19 de Abril a 20 de Julho de 2013, no Departamento de Solos e Recursos Ambientais (22°30' S, 48°15' W e 830 metros) da Fazenda Experimental Lageado, pertencente à Faculdade de Ciências Agrônomicas da UNESP – Campus de Botucatu, Estado de São Paulo, Brasil.

Sendo conduzido em vasos plásticos de 08 litros, o solo foi coletado do horizonte A, seco ao ar e peneirado em uma malha de 10 mm. Em seguida, coletaram-se subamostras para caracterização dos atributos físicos e químicos (Tabela 1). Foi determinada a curva de retenção da água no solo utilizando o modelo de Genuchten (1980) com o programa computacional Soil Water Retention Curve SWRC versão 3.0 Beta (DOURADO NETO et al., 2001). Os valores da umidade na capacidade de campo (θ_{CC} , - 10 kPa) e ponto de murcha permanente (θ_{PMP} , - 1.500 kPa) foram, respectivamente, 36,67 cm³ cm⁻³ e 25,57 cm³ cm⁻³.

NÍVEIS DE DEPLEÇÃO E POTENCIAL MATRICIAL DO SOLO DE TEXTURA MÉDIA NA
PRODUTIVIDADE DO FEJJOEIRO

Tabela 1 Atributos físico-químicos do solo determinados pelo Laboratório de Fertilidade e Laboratório de Física do Solo no Departamento de Solos e Recursos Ambientais da UNESP – FCA. Botucatu, São Paulo. 2013

| Atributos | Unidades | Valor |
|---------------------|------------------------------------|-------|
| pH | CaCl ₂ | 4,1 |
| M.O. | mg dm ⁻³ | 19,6 |
| P _{resina} | | 8,3 |
| Al ³⁺ | | 12,3 |
| H+Al | | 90,3 |
| K | mmol _c dm ⁻³ | 0,6 |
| Ca | | 1,2 |
| Mg | | 0,6 |
| SB | | 2,3 |
| CTC | | 92,6 |
| V% | | 2,5 |
| Classe Textural | | |
| Areia | | 625 |
| Argila | g dm ⁻³ | 323 |
| Silte | | 52 |

O delineamento experimental adotado foi blocos casualizados com quatro repetições e dez tratamentos representados pelo potencial mátrico (- 30 kPa, - 40 kPa, - 50 kPa, - 60 kPa, - 70 kPa) e fator de depleção da água disponível (AD) no solo, (30% AD, 40% AD, 50% AD, 60% AD e 70% AD).

O manejo da irrigação foi conduzido visando elevar o teor de água no solo à capacidade de campo sempre que os critérios estabelecidos fossem atingidos (- 30 kPa, - 40 kPa, - 50 kPa, - 60 kPa, - 70 kPa e 30%, 40%, 50%, 60%, 70% da AD). O momento de irrigar era indicado com o auxílio de tensiômetros instalados em cada vaso e um tensímetro digital, em concordância com a curva de retenção de água no solo (Equação 1).

$$\theta = \frac{0,47}{[1 + (1,24 \psi_m)^{2,945}]^{0,185}} + 0,248 \quad (1)$$

em que:

θ - umidade do solo, cm³ cm⁻³

ψ_m - potencial matricial da água no solo, kPa

A água de irrigação foi aplicada utilizando uma proveta graduada (500 mL). Após a emergência, o volume de água aplicado foi igual para todos os tratamentos, sendo

diferenciada aos 60 dias após a semeadura (DAS), no momento do estágio de florescimento. Os valores totais de lâmina aplicada encontram-se na Tabela 2.

Tabela 2 Lâminas totais aplicadas no solo de acordo com os métodos de Depleção e Potencial mátrico. Botucatu, São Paulo. 2013

| Métodos | Tratamentos | Lâminas Aplicadas (mm) |
|----------|-------------|------------------------|
| Depleção | 30% AD | 190,66 |
| | 40% AD | 181,87 |
| | 50% AD | 171,72 |
| | 60% AD | 160,86 |
| | 70% AD | 143,04 |
| Tensão | - 30 kPa | 212,90 |
| | - 40 kPa | 200,39 |
| | - 50 kPa | 187,43 |
| | - 60 kPa | 185,59 |
| | - 70 kPa | 167,24 |

A capacidade de água disponível para o potencial mátrico foi calculada pela Equação 2.

$$CAD = (\theta_{CC} - \theta_{PMP}) \times Z \quad (2)$$

em que:

θ_{CC} - umidade volumétrica do solo na capacidade de campo, cm³ cm⁻³

θ_{PMP} - umidade volumétrica do solo no ponto de murcha permanente, cm³ cm⁻³

Z - profundidade efetiva do sistema radicular, mm

A capacidade de água disponível, para os tratamentos com depleção, foi calculada pela Equação 3.

$$CAD = (\theta_{CC} - \theta_{PMP}) \times Z \times D_{\%} \quad (3)$$

em que:

$D_{\%}$ - nível de depleção desejado, %

A lâmina aplicada, para os potenciais matriciais e depleções de água no solo, foi calculada pela Equação 4.

$$L = \pi \times r^2 \times CAD \times 1000 \quad (4)$$

em que:

r - raio do vaso, m

CAD - capacidade de água disponível, mm

L – lâmina aplicada, mL

Com o propósito de caracterizar o ambiente climático, foram registrados uma vez ao dia, os valores de temperatura do ar (T, °C) e de umidade relativa do ar (UR, %), auferidos por um termo-higrômetro digital instalado na estufa.

A calagem do solo foi realizada antes da sementeira, visando elevar a saturação de bases a 70%, juntamente uma aplicação de 1.910 mg dm⁻³ de superfosfato simples (SFS) para elevar o teor de P₂O₅ a 100 mg dm⁻³ (RAIJ et al., 1997).

Foram semeadas cinco sementes de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) do grupo comercial carioca, cultivar BRS Ametista, em vasos plásticos com o solo na capacidade de campo. Dez dias após a germinação, foi realizado o desbaste, permanecendo com três plantas por vaso.

Quinzenalmente, realizou-se fertirrigações de uma solução contendo 22,2 mg dm⁻³ de Ureia, 160 mg dm⁻³ de Cloreto de Potássio (KCl) e com uma solução estoque (8 mL de solução de micronutrientes e 8 mL de Fe-EDTA). Os micronutrientes contidos na solução são 2,86 g de Ácido Bórico (H₃BO₃); 1,81 g de Cloreto Manganoso Tetra hidratado (MnCl₂.4 H₂O); 0,10 g de Cloreto de Zinco (ZnCl₂); 0,04 g de Cloreto de Cobre (CuCl₂); 0,02 g de Ácido Molibídico Hidratado (H₂MoO₄.H₂O) dissolvidos em 1,0 L de água deionizada. Os nutrientes contidos na solução Fe-EDTA são 26,2 g de Ácido Etilenodiamino Tetra-Acético Ferroso (EDTA); 268 mL de Hidróxido de Sódio (NaOH); 24,0g de FeSO₄.7H₂O dissolvidos em 1,0 L de água deionizada.

Os componentes de produção foram avaliados após a colheita, sendo coletados em três plantas de cada tratamento os seguintes caracteres:

- Número de vagens por planta (NVP) – número de vagens de plantas individuais da parcela;
- Peso de vagens por planta (PVP) – peso de vagens de cada planta da parcela, expresso em gramas (g);
- Comprimento da vagem (COMPV) – média de cinco vagens tomadas de cada planta da parcela, expresso em centímetros (cm);

- Número de grãos por vagem (NGV) – média do número de grãos de três vagens tomadas de cada planta da parcela;

- Peso de grãos por vagem (PGV) – média do peso de grãos de três vagens tomadas de cada planta da parcela, expresso em gramas (g);

- Peso de 100 grãos (P100G) – peso de 100 grãos tomadas de cada planta da parcela, expresso em gramas (g);

- Produtividade de grãos (PG) – peso de grãos tomado de plantas da parcela, expresso em gramas (g planta⁻¹);

Aplicou-se os testes de Bartlett e Shapiro-Wilk com o objetivo de avaliar a heterocedasticidade da variância e os ajustes dos erros (NOGUEIRA, 2007). Após a análise de variância convencional codificaram-se os tratamentos de acordo com os grupos de interesse, utilizando as variáveis auxiliares, de acordo com Nesi e Garcia (2005).

Como o uso da variável auxiliar não permite testar o contraste entre os dois grupos, usou-se a função CONTRASTE do PROC GLM (SAS INSTITUTE, 2000). Para todas as análises, utilizou-se o software SAS (SAS INSTITUTE, 2000) e para comparação de médias aplicou-se o teste de Scott-Knott com o programa genes (PROGRAMA GENES, 2013).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 3 é exposto o quadro da análise de variância do ensaio de textura média referente ao número de vagens por planta (NVP), comprimento de vagens por planta (COMPV, cm), peso de vagens por planta (PVP, g), número de grãos por vagem (NGV), peso de grãos por vagem (PGV, g), peso de 100 grãos (P100G, g) e produtividade (PG, g planta⁻¹). Pela análise de variância nota-se diferenças significativas a 1% e 5% de probabilidade para os componentes de produção avaliados. Houve interação entre os métodos para os

NÍVEIS DE DEPLEÇÃO E POTENCIAL MATRICIAL DO SOLO DE TEXTURA MÉDIA NA
PRODUTIVIDADE DO FELJOEIRO

componentes NGV, P100GVP e PG. Os coeficientes de variação dos dados mantiveram-

se pequenos e médios para todas as características avaliadas.

Tabela 3 Resumo da análise de variância (Quadrados médios) referente ao número de vagens por planta (NVP), comprimento de vagens por planta (COMPV, cm), peso de vagens por planta (PVP, g), número de grãos por vagem (NGV), peso de grãos por vagem (PGV, g), peso de 100 grãos (P100G, g) e produtividade (PG, g planta⁻¹). Ensaio textura média. Botucatu, São Paulo. 2013

| F.V | G.L | Quadrados Médios ¹ | | | | | | |
|-------------|-----|-------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|
| | | NVP | COMPV | PVP | NGV | PGV | P100G | PG |
| Blocos | 3 | 0,4968 ^{ns} | 0,1188 ^{ns} | 0,5618 ^{ns} | 1,1475 ^{**} | 0,2767 ^{**} | 24,5981 ^{ns} | 0,4203 ^{ns} |
| Tratamentos | 9 | 0,5998 ^{ns} | 0,1674 ^{ns} | 1,6226 ^{**} | 0,6613 ^{**} | 0,0556 ^{**} | 42,6950 ^{**} | 13,6523 ^{**} |
| Depleção | 4 | 0,7758 ^{ns} | 0,1032 ^{ns} | 2,1465 ^{**} | 0,7208 ^{**} | 0,0459 ^{**} | 43,2162 [*] | 10,6057 ^{**} |
| Tensão | 4 | 0,4262 ^{ns} | 0,1476 ^{ns} | 1,5030 [*] | 0,2513 ^{ns} | 0,7722 ^{**} | 37,2929 [*] | 15,8509 ^{**} |
| D v.s. T | 1 | 0,5906 ^{ns} | 0,5037 ^{ns} | 0,0054 ^{ns} | 2,0628 ^{**} | 0,0079 ^{ns} | 62,2188 [*] | 17,0443 ^{**} |
| Resíduo | 27 | 0,3857 | 0,1980 | 0,4992 | 0,1709 | 0,0030 | 13,0273 | 0,9446 |
| C.V | – | 18,44 | 4,72 | 16,12 | 9,69 | 4,78 | 14,72 | 11,57 |

¹ns: Não significativo ($p > 0,05$); *: Significativo ($0,05 \geq p \geq 0,01$); **: Significativo ($p \leq 0,01$);

Na Tabela 4 encontra-se a comparação de médias dos dez tratamentos (Depleção e Tensão) pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

Para o componente de produção NVP foi observado que não houveram diferenças estatísticas, a média variou de 2,73 (– 60 kPa) a 4,18 (60% AD). O COMPV da mesma forma que o NPV, não apresentou valores de médias diferentes estatisticamente. O maior e menor comprimento de vagem obtidos para esse

ensaio foi de 9,8 cm para o tratamento – 30 kPa e 9,25 cm para o tratamento 70% AD, respectivamente.

O PVP foi dividido em dois grupos (a, b). O grupo “a” foi constituído apenas por dois tratamentos (40% AD e – 30 kPa), com estes apresentando o mesmo valor de média (5,46 g). No grupo “b”, o maior valor observado foi de 4,31 g (30% AD) e o menor valor de média observado foi para o tratamento 50% AD (3,60 g).

Tabela 4 Comparação de médias (agrupamentos) dos dez tratamentos pelo teste de Scott-Knott referente ao número de vagens por planta (NVP), comprimento de vagens por planta (COMPV, cm), peso de vagens por planta (PVP, g), número de grãos por vagem (NGV), peso de grãos por vagem (PGV, g), peso de 100 grãos (P100G, g) e produtividade (PG, g planta⁻¹). Ensaio textura média. Botucatu, São Paulo. 2013

| Métodos | Tratamentos ¹ | NVP | COMPV | PVP | NGV | PGV | P100G | PG |
|----------|--------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|
| Depleção | 30% AD | 3,00 a | 9,20 a | 4,31 b | 3,90 b | 1,14 c | 24,85 a | 9,16 b |
| | 40% AD | 3,40 a | 9,60 a | 5,46 a | 4,70 a | 1,29 b | 24,99 a | 9,75 b |
| | 50% AD | 3,60 a | 9,26 a | 3,60 b | 3,63 b | 0,99 d | 26,39 a | 7,30 d |
| | 60% AD | 4,18 a | 9,30 a | 4,66 b | 3,78 b | 1,09 c | 22,00 b | 6,42 d |
| | 70% AD | 3,28 a | 9,25 a | 3,83 b | 4,20 b | 1,16 c | 18,13b | 6,12 d |
| Tensão | – 30 kPa | 3,58 a | 9,80 a | 5,46 a | 4,65 a | 1,41 a | 27,12 a | 12,11 a |
| | – 40 kPa | 3,17 a | 9,32 a | 4,28 b | 4,07 b | 1,10 c | 26,63 a | 9,79 b |
| | – 50 kPa | 3,34 a | 9,65 a | 3,90 b | 4,65 a | 1,07 c | 24,44 a | 8,41 c |
| | – 60 kPa | 2,73 a | 9,40 a | 4,22 b | 4,45 a | 1,13 c | 29,36 a | 8,04 c |

– 70 kPa 3,43 a 9,55 a 4,12 b 4,65 a 1,11 c 21,29 b 6,93 d

¹ Médias na vertical seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade

O NGV apresentou um comportamento atípico quando correlacionado ao teor de umidade do solo. No método de Tensão todos os tratamentos foram elencados com a letra “a”, até mesmo os tratamentos com maior tensão de água no solo. No método de Depleção apenas o tratamento 40% AD obteve maior média (4,7) e recebeu nota “a”. Os demais tratamentos desse método apresentaram os menores valores de média para esse componente de produção.

O componente de produção PGV foi composto por quatro grupos (a, b, c, d). Apenas um tratamento recebeu nota “a”, – 30 kPa (1,41 g); um tratamento com nota “b”, 40% AD (1,29 g); sete tratamentos com nota “c”, 30% AD (1,14 g), 60% AD (1,09 g), 70% AD (1,16 g), – 40 kPa (1,10 g), – 50 kPa (1,07 g), – 60 kPa (1,13 g) e – 70 kPa (1,11 g); e apenas um tratamento recebeu nota “d”, 50% AD (0,99 g).

O Peso de 100 grãos (PGV, g) foi elencado por dois grupos (a, b), os tratamentos presentes no grupo “a” estavam dentre os tratamentos que apresentavam maior teor de água no solo, sendo 30% AD (24,85 g), 40% AD (24,99 g), 50% AD (26,39 g), – 30 kPa (27,12 g), – 40 kPa (26,63 g), – 50 kPa (24,44 g) e – 60 kPa (29,36 g). Apenas três tratamentos receberam nota “b”, 60% AD (22 g), 70% AD (18,13 g) e – 70 kPa (21,29 g).

A Produtividade de grãos (PG, g planta⁻¹) sofreu forte influência da supressão hídrica e foi composta por quatro grupos (a, b, c, d), sendo que apenas um tratamento recebeu nota “a”, sendo este – 30 kPa e alcançando produtividade média de 12,11 g planta⁻¹; o grupo “b” com três tratamentos 30% AD (9,15 g planta⁻¹), 40% AD (9,75 g planta⁻¹) e – 40 kPa (9,79 g planta⁻¹); o grupo “c” apresentou

apenas dois tratamentos, – 50 kPa (8,41 g planta⁻¹) e – 60 kPa (8,04 g planta⁻¹) e o grupo “d” foi composto por tratamentos que tiveram entre 40% e 50% de redução da produtividade ocasionada pelo baixo teor de água no solo, sendo 50% AD (7,30 g planta⁻¹), 60% AD (6,42 g planta⁻¹), 70% AD (6,12 g planta⁻¹) e – 70 kPa (6,93 g planta⁻¹).

Em concordância com as pesquisas de Santana et al. (2009), estudando tensão de água no solo e doses de nitrogênio para a cultura do feijoeiro comum verificou um aumento da produtividade até aproximadamente – 30 kPa com posterior decréscimo. Assim altos valores de tensões provocaram queda na produtividade.

Após a decomposição dos métodos, pôde-se perceber o efeito para cada tratamento dentro do seu grupo nas Tabelas 5 e 6. Na Tabela 5 está apresentado a comparação de médias para os cinco tratamentos do método de Depleção, para esse método os componentes de produção NVP e COMPV não apresentaram médias significativas para o teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade estatística. Os demais componentes foram significativos e divididos em três grupos (a, b, c). O tratamento de 40% AD foi o que mais destacou-se dentre os componentes de produção, recebendo nota “a” em todos eles.

No peso de vagem por planta (PVP, g) é observado os maiores valores de média para os tratamentos 40% AD (5,46 g) e 60% AD (4,66). Os outros tratamentos receberam nota “b”, 30% AD (4,31 g), 50% AD (3,60 g) e 70% AD (3,83 g).

Tabela 4 Comparação de médias (agrupamentos) dos cinco tratamentos (Depleção) pelo teste de Scott-Knott referente ao número de vagens por planta (NVP), comprimento de vagens por planta (COMPV, cm), peso de vagens por planta (PVP, g), número de grãos por vagem (NGV), peso de grãos por vagem (PGV, g), peso de 100 grãos (P100G, g) e produtividade (PG, g planta⁻¹). Ensaio textura média. Botucatu, São Paulo, 2013

| Método | Tratamentos ¹ | NVP | COMPV | PVP | NGV | PGV | P100G | PG |
|----------|--------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|--------|
| Depleção | 30% AD | 3,00 a | 9,20 a | 4,31 b | 3,90 b | 1,14 b | 24,85 a | 9,16 a |
| | 40% AD | 3,40 a | 9,60 a | 5,46 a | 4,70 a | 1,29 a | 24,99 a | 9,75 a |
| | 50% AD | 3,60 a | 9,26 a | 3,60 b | 3,63 b | 0,99 c | 26,39 a | 7,30 b |
| | 60% AD | 4,18 a | 9,30 a | 4,66 a | 3,78 b | 1,09 b | 22,00 b | 6,42 b |

NÍVEIS DE DEPLEÇÃO E POTENCIAL MATRICIAL DO SOLO DE TEXTURA MÉDIA NA
PRODUTIVIDADE DO FEIJOEIRO

70% AD 3,28 a 9,25 a 3,83 b 4,20 b 1,16 b 18,13 b 6,12 b

¹ Médias na vertical seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott Knott ao nível de 5% de probabilidade.

No NGV foi apresentado apenas um tratamento com nota “a”, 40% AD (4,70), diferentemente do encontrado por Dias et al. (2012), que estudando os critérios de manejo na irrigação do feijoeiro em solos de textura média encontrou 50% AD como valor de umidade para maior média para esse componente. Os demais tratamentos apresentaram menores valores de média, 30% AD (3,90), 50% AD (3,63), 60% AD (3,78) e 70% AD (4,20).

No PGV houve destaque para o tratamento 40% AD (1,29 g), este foi seguido dos tratamentos 30% AD (1,14 g), 60% AD (1,09 g) e 70% AD (1,16 g); e recebendo a pior nota (c) o tratamento 50% AD com média 0,99 g. No componente de produção P100G três tratamentos receberam nota “a” e dois receberam nota “b”, que são respectivamente 30% AD (24,85 g), 40% AD (24,99 g), 50% AD (26,99 g) e 60% AD (22 g), 70% AD (18,13 g).

Na produtividade de grãos (PG, g planta⁻¹) as médias variaram de 6,12 a 9,75 g planta⁻¹. Os tratamentos que mais se destacaram foi 30% AD (9,16 g planta⁻¹) e 40% AD (9,75 g planta⁻¹), valores estes que são semelhantes ao encontrado por Silveira e Stone (2004), que verificou que o valor de 45% AD proporcionara maior produtividade. Os tratamentos que evidenciaram menor valores de lâmina foram 50% AD (7,30 g planta⁻¹), 60% AD (g planta⁻¹) e 70% AD (6,12 g planta⁻¹).

Na Tabela 6 é exibida a comparação de médias para os cinco tratamentos do método de Tensão, para esse método os componentes de produção PVP, PGV e PG apresentaram médias significativas pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade estatística. Os demais componentes não diferiram entre si e receberam a mesma letra (a).

Tabela 6 Comparação de médias (agrupamentos) dos cinco tratamentos (Tensão) pelo teste de Scott-Knott referente ao número de vagens por planta (NVP), comprimento de vagens por planta (COMPV, cm), peso de vagens por planta (PVP, g), número de grãos por vagem (NGV), peso de grãos por vagem (PGV, g), peso de 100 grãos (P100G, g) e produtividade (PG, g planta⁻¹). Ensaio textura média. Botucatu, São Paulo. 2013

| Método | Tratamentos | NVP | COMPV | PVP | NGV | PGV | P100G | PG |
|--------|-------------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|
| Tensão | - 30 kPa | 3,58 a | 9,80 a | 5,46 a | 4.65 a | 1,41 a | 27,12 a | 12,11 a |
| | - 40 kPa | 3,17 a | 9,32 a | 4,28 b | 4.07 a | 1,10 b | 26,63 a | 9,79 b |
| | - 50 kPa | 3,34 a | 9,65 a | 3,90 b | 4.65 a | 1,07 b | 24,44 a | 8,41 c |
| | - 60 kPa | 2,73 a | 9,40 a | 4,22 b | 4.45 a | 1,13 b | 29,36 a | 8,04 c |
| | - 70 kPa | 3,43 a | 9,55 a | 4,12 b | 4.65 a | 1,11 b | 21,29 a | 6,93 c |

¹ Médias na vertical seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

O tratamento - 30 kPa destacou-se em todos os componentes de produção, dentre todos os tratamentos. Os resultados deste trabalho assemelham-se ao de Stansell e Smittle (1980), que encontraram uma redução da produção de 41% e 48% quando a irrigação foi aplicada a - 50 kPa e - 75 kPa, respectivamente, em comparação à irrigação a - 25 kPa. A redução do uso da água pela cultura foi proporcionalmente menor que o

decréscimo da produtividade, resultando em eficiência do uso da água. Alguns autores verificaram a tensão de água no solo para atender as demandas da cultura, como Silveira; Stone (2004) referindo a faixa de - 10 kPa a - 40 kPa, e Guerra et al. (2000) recomendando - 41 kPa.

Os componentes de produção NVP, COMPV, NGV e P100G em todos os tratamentos apresentaram, na vertical, a mesma

letra por não diferir entre si pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade estatística para esse método de irrigação. Moreira (2013), estudando o desempenho agrônômico do feijoeiro com doses de nitrogênio verificou que a massa de 100 grãos também não foi afetada pelos fatores e interações confirmando que essa é a característica que apresenta a menor variação percentual em virtude das alterações do meio. Diferentemente do encontrado por Acosta-Gallegos e Shibata (1989), que conferiram uma redução de todos os componentes da produção quando o feijão foi submetido a estresse de água.

Na Tabela 7 verifica-se pelo teste “F”, ao nível de 5% de probabilidade estatística, qual método de irrigação mais influenciou os componentes de produção. E dentre esses, o NGV (4,49), P100G (25,77 g) e PG (9,06 g planta⁻¹) receberam maior influência pelo método da Tensão. Nos demais componentes de produção percebe-se que os métodos são indiferentes, já que não houve diferença estatística para os valores de média alcançados. Esse resultado está relacionado a lâmina aplicada no manejo da irrigação utilizando o método da Tensiometria, sendo aplicado 212,9 mm contra 190,66 mm aplicados no manejo via depleção de água no solo.

Tabela 7 Comparação dos contrastes entre métodos (Depleção v.s. Tensão) referente ao número de vagens por planta (NVP), comprimento de vagens por planta (COMPV, cm), peso de vagens por planta (PVP, g), número de grãos por vagem (NGV), peso de grãos por vagem (PGV, g), peso de 100 grãos (P100G, g) e produtividade (PG, g planta⁻¹). Ensaio textura média. Botucatu, São Paulo. 2013

| Componentes de Produção | Métodos ¹ | |
|-------------------------|----------------------|---------|
| | Depleção | Tensão |
| NVP | 3,49 A | 3,25 A |
| COMPV | 9,32 A | 9,54 A |
| PVP | 4,37 A | 4,39 A |
| NGV | 4,04 B | 4,49 A |
| PGV | 1,13 A | 1,16 A |
| P100G | 23,27 B | 25,77 A |
| PG | 7,75 B | 9,06 A |

¹Médias na horizontal seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste “F” ao nível de 5% de probabilidade.

Constata-se que nos três ensaios estudados, os tratamentos que apresentaram menores tensões ou depleções, possuíram, por conseguinte, um maior teor de umidade no solo, proporcionando, de maneira geral, resultados significativos quando comparados com os tratamentos que dispusera de menor quantidade de água aplicada. Santos e Carlesso (1998) relata que em plantas que sofrem déficit hídrico os mecanismos morfofisiológicos são severamente afetados e as plantas necessitam adaptar-se à nova situação. Segundo Mota (1983) a recuperação completa da fotossíntese é lenta quando a planta chega próximo ao ponto de murcha permanente, variando com a espécie vegetal, com o tipo de solo e com o método de aplicação da água de irrigação. Com isso, ressalta-se que há um maior gasto energético

em plantas com menor oferta de lâmina de água, pois este será usado em maior proporção para seu suprimento.

CONCLUSÕES

Na comparação entre os métodos de manejo de irrigação, o potencial mátrico proporcionou melhores resultados em relação ao fator de depleção de água do solo.

No método do potencial mátrico, a fração de – 30 kPa, exerceu maior produtividade de grãos do feijoeiro, 12,11 g planta⁻¹.

Referente aos níveis do fator de depleção de água do solo, os níveis de 30% AD e 40% AD, desempenharam as maiores produtividades

NÍVEIS DE DEPLEÇÃO E POTENCIAL MATRICIAL DO SOLO DE TEXTURA MÉDIA NA
PRODUTIVIDADE DO FEIJOEIRO

de grãos do feijoeiro, 9,16 g planta⁻¹ e 9,75 g planta⁻¹, respectivamente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACOSTA-GALLEGOS, J.A.; SHIBATA, J.K. Effects of water stress on growth and yield of indeterminate dry bean (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivars. **Field Crop Research**, v.20, p.81-93, 1989.

ALLEN R. G., PEREIRA L. S., RAES D., SMITH M. **Crop evapotranspiration. Guidelines for computing crop water requirements.** FAO Irrigation and Drainage Paper 56. FAO, Roma. 1998.

AZEVEDO, J. A. de; SILVA, E. M. da. **Tensiômetro: dispositivo prático para controle da irrigação.** Planaltina: Embrapa Cerrados, 1999. 33p. (Embrapa Cerrados. Circular Técnica, 001).

DIAS, G. H. M., SAAD, J.C.C.; SOUZA, D. P. DE. Avaliação de critérios de manejo da irrigação de feijoeiro em solo de textura média. XXIV CIC – Congresso de Iniciação Científica da UNESP. Novembro de 2012, São Pedro – SP

FIGUEIRÊDO, S. F.; POZZEBON, E. J.; FRIZZONE, J. A.; AZEVEDO, J. A.; GUERRA, A. F.; SILVA, E. M. Gerenciamento da Irrigação do feijoeiro baseado em critérios técnicos e econômicos do cerrado. **Irriga**, Botucatu, v. 13, n. 3, p. 378 – 391, julho-setembro, 2008.

GUERRA, A.F.; SILVA, D.B.; RODRIGUES, G.C. Manejo de irrigação e fertilização nitrogenada para o feijoeiro na região dos cerrados. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, n.6, p.1229-1235, 2000.

MOREIRA, Guilherme B. L. et al. Desempenho agrônomo do feijoeiro com doses de nitrogênio em semeadura e cobertura.

Rev. bras. eng. agríc. ambient., Campina Grande, v. 17, n. 8, Aug. 2013.

MOTA, F.S. **Meteorologia agrícola**, 7. ed. São Paulo: Nobel, 1983.

NESI, C. N.; GARCIA, A. A. F. Decomposição ortogonal de graus de liberdade de tratamentos utilizando variáveis auxiliares e proc glm do sas. Campinas – S.P. **Bragantia**, Campinas, v.64, n.1. p. 157–167. 2005.

NOGUEIRA, M. C. S. **Experimentação agrônoma I: conceitos, planejamento e análise estatística.** Piracicaba: M. C. S. Nogueira, 2007. 479p.

PROGRAMA GENES. **Aplicativo computacional em genética e estatística experimental.** Viçosa, MG: UFV, 2013. Disponível em www.ufv.br/dbg/genes/genes.htm. Acesso em: 22 nov. 2013.

RAIJ, B. V.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A.M.C. Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo. 2.ed. Campinas: **Instituto Agrônomo/ Fundação IAC**. 1997. 285p.

SANTANA, M. J.; SILVEIRA, A. L.; CAMARGOS, C. R.; BRAGA, J. C. Tensão de água no solo e doses de nitrogênio para a cultura do Feijoeiro comum. **Irriga**, Botucatu, v. 14, n. 4, p. 518-532, outubro-dezembro, 2009

SANTOS, R. F.; CARLESSO, R. DÉFICIT HÍDRICO E OS PROCESSOS MORFOLÓGICO E FISIOLÓGICO DAS PLANTAS. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.2, n.3, p.287–294, 1998

SAS INSTITUTE Inc., **SAS/STAT: user's guide**, version 8.1, Cary 2000, v–1, 943p.

SILVEIRA, P. M. de; STONE, L. F. **Irrigação do feijoeiro.** Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 230 p. 2001.

SILVEIRA, P. M. de; STONE, L. F. **Manejo da irrigação do feijoeiro: uso do tensiômetro e avaliação do desempenho do pivô central.** Goiânia: EMBRAPA, p. 46. 1994. (Circular Técnica, 27).

STANSELL, J. R.; SMITTLE, D. A. Effects of irrigation regimes on yield and water use of Snap Bean (*Phaseolus vulgaris* L.). **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v.105, n.6, p.869-873, 1980.