



PRODUTIVIDADE DO FEIJOEIRO SOB DIFERENTES POTENCIAIS MATRICIAIS E FATORES DE DEPLEÇÃO DA ÁGUA NO SOLO

Ramilos Rodrigues de BRITO^{1*}, Hélio GRASSI FILHO¹,
João Carlos Cury SAAD¹, Simone Raquel Mendes OLIVEIRA²

¹Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, São Paulo, Brasil.

²Colégio Técnico de Teresina, Universidade Federal do Piauí, Teresina, Piauí, Brasil.

*E-mail: ramilos@hotmail.com

Recebido em outubro/2014; Aceito em março/2015.

RESUMO: A agricultura irrigada ainda sofre com os decréscimos de produtividade das culturas por conta do manejo da irrigação ineficiente, por isso, torna-se imprescindível utilizar metodologias que possibilitem o monitoramento do conteúdo de água no solo. O objetivo deste trabalho foi avaliar, em ambiente protegido, dois métodos de manejo da irrigação, baseados no potencial matricial da água no solo e no fator de depleção da água disponível e seus efeitos na produtividade de grãos do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) em solo argiloso. Os tratamentos foram estabelecidos por cinco potenciais mátricos (– 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. 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); massa fresca de grãos por vagem (PGV, g); massa fresca de 100 grãos (P100G, g) e produção de grãos (PG, g planta⁻¹). O método de depleção destacou-se sobre a Potencial mátrico, obtendo a produtividade de grãos de 15,36 g planta⁻¹.

Palavras-chave: *Phaseolus vulgaris* L, potencial mátrico, depleção, componentes de produção

BEAN PRODUCTIVITY UNDER DIFFERENT MATRIC POTENTIAL AND DEPLETION FACTORS OF WATER IN SOIL

ABSTRACT: Irrigated agriculture still suffers with decreases in productivity of crops on account of inefficient irrigation management therefore becomes paramount the use of methodologies and tools that allow the monitoring of water content in the soil. The objective of this study was to evaluate, in greenhouse, two water management methods, based on the matric potential of soil and water depletion factor and its effects on common bean grains (*Phaseolus vulgaris* L.). The treatments were established for five matric potential (– 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 following variables were analyzed: number of pods per plant (NVP); Pod production per plant (PVP, g); Pod length (COMPV, cm); Number of grains per pod (NGV); Grain mass per pod (PGV, g); mass of 100 grains (P100G, g) and grain production (PG, g plant⁻¹). The depletion method got a better result, when it compared with the matric potential, getting the grain yield of 15.36 g plant⁻¹.

Keywords: *Phaseolus vulgaris* L, matric potential, depletion, production components.

1. INTRODUÇÃO

A disponibilidade de água é um fator limitante a produtividade das plantações cultivadas em muitos ambientes. Solos contendo excesso ou escassez de água, principalmente, na fase de florescimento da cultura podem causar efeitos negativos no rendimento. Além dos teores de água no solo e condições edafoclimáticas adversas, os baixos níveis tecnológicos dos pequenos produtores, devido caráter de subsistência, têm caracterizado a instabilidade da produção de feijão no Brasil. Segundo Brito (2012) a grande problemática da irrigação são os baixos índices de eficiência, devido a

diversos fatores técnicos, climatológicos, de manejo do solo e dos cultivos. Para um manejo eficiente da irrigação deve-se definir a quantidade de água e o momento adequado, isso está relacionado ao conhecimento da água facilmente disponível, que proporciona à cultura um desenvolvimento apropriado e sem redução da sua evapotranspiração.

O tensiômetro, que apesar de avaliar de forma indireta a deficiência hídrica de uma cultura, tem se mostrado eficaz, mesmo possuindo um limite de operação (80 kPa). Este é um dos instrumentos mais aplicados para a medida do potencial mátrico da água no solo. Ele consiste de uma

cápsula porosa conectada a um tubo com um manômetro. Para a cultura do feijão recomenda-se iniciar a irrigação quando o potencial mátrico da água no solo atingir 35 kPa (SILVEIRA; STONE, 1994). Outros trabalhos mostram que a potencial mátrico considerada como ideal para a cultura é de 39 kPa (FREITAS et al. 2012) ou 37 kPa (FIGUEIREDO et al. 2008). O fator de depleção (%AD) representa a porcentagem da água disponível no solo que pode ser consumida sem que promovam prejuízos ao desenvolvimento e produção das plantas. 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).

Sabendo da diferença entre potencial mátrico e depleção, tem-se como objetivo avaliar qual destes métodos de manejo da irrigação resulta em uma maior eficiência no aumento da produtividade do feijoeiro

2. 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.

Tabela 1. Atributos físico-químicos do solo.

Atributos	Unidades	Solo
pH	CaCl ₂	4,1
M.O.	mg dm ⁻³	19,6
Presina		8,3
Al ³⁺		12,3
H+Al		90,3
K		0,6
Ca	mmolc dm ⁻³	1,2
Mg		0,6
SB		2,3
CTC		92,6
V%		2,5
Classe Textural		
Areia		135
Argila	g dm ⁻³	619
Silte		246

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). Em que θ é a umidade do solo (cm³ cm⁻³) e ψ_m o potencial matricial da água no solo (kPa).

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

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.

A capacidade de água disponível para o potencial mátrico foi calculada pela Equação 2. A capacidade de água disponível, para os tratamentos com depleção, foi calculada pela Equação 3. A lâmina aplicada, para os potenciais matriciais e depleções de água no solo, foi calculada pela Equação 4.

Tabela 2. Lâminas totais aplicadas no solo de acordo com os métodos de Depleção e Potencial mátrico.

Métodos	Tratamentos	Lâminas Aplicadas (mm)
Depleção	30% AD	245,27
	40% AD	222,00
	50% AD	206,77
	60% AD	197,56
	70% AD	195,19
Potencial mátrico	- 30 kPa	218,78
	- 40 kPa	206,77
	- 50 kPa	199,27
	- 60 kPa	197,37
	- 70 kPa	189,08

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

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

$$L = \pi \times r^2 \times CAD \times 1000 \quad (\text{Equação 4})$$

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, em cm³ cm⁻³; Z: profundidade efetiva do sistema radicular, mm; D_%: nível de depleção desejado, %; r: raio do vaso, m; CAD: capacidade de água disponível, mm.

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 semeadura, 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 Tetrahidratado (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 Etilendiamino Tetra-Acético Ferroso (EDTA); 268 mL de Hidróxido de Sódio (NaOH); 24,0g de FeSO₄.7H₃O 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: a) Número de vagens por planta (NVP) – número de vagens de plantas individuais da parcela; b) Massa fresca de vagens por planta (PVP), expressa em gramas (g); c) Comprimento da vagem (COMPV) – média de cinco vagens tomadas de cada planta da parcela, expresso em centímetros (cm); d) Número de grãos por vagem (NGV) – média do número de grãos de três vagens tomadas de cada planta da parcela; e) Massa de grãos por vagem (PGV) – média da massa de grãos de três vagens tomadas de cada planta da parcela, expresso em gramas (g); f) Massa de 100 grãos (P100G) – massa de 100 grãos tomadas de cada planta da parcela, expresso em gramas (g); g) Produtividade de grãos (PG), 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; 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. Para todas as análises, utilizou-se o software SAS (SAS INSTITUTE, 2000) e para comparação de médias aplicou-se o teste de Scott-Knott.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante a condução do experimento, a temperatura e umidade relativa do ar apresentaram variações, conforme visto na Figura 1. A temperatura máxima variou de 17 °C a 35 °C e a temperatura mínima de 3,7 °C a 18,4 °C. De maneira geral, ao longo do período de condução do experimento, tais médias não permaneceram na faixa recomendada por Barbosa; Gonzaga (2012), e em situações de temperaturas maiores do que 35 °C no florescimento, o rendimento de grãos é bastante afetado. Da mesma forma, temperaturas abaixo de 12°C podem provocar abortamento de flores, promovendo um decréscimo no rendimento.

Considerando que a temperatura do ar é um dos elementos climáticos de maior importância para o crescimento e desenvolvimento do feijoeiro, as alterações dos elementos climatológicos observadas durante a condução do experimento, comprometeram o desenvolvimento do feijoeiro, provocando o abortamento de flores e vagens.

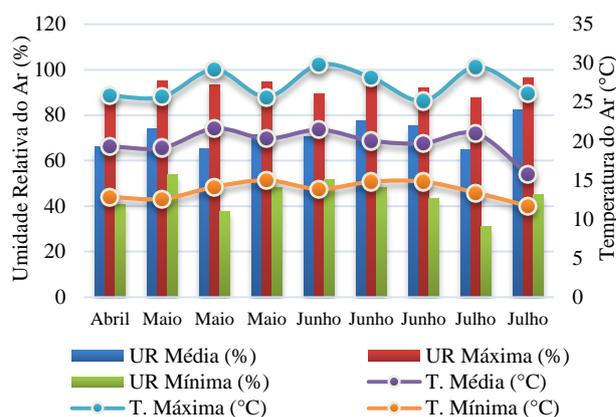


Figura 1. Monitoramento meteorológico registrado na casa de vegetação onde ocorreu o experimento.

Segundo Aidar et al. (2002), o desenvolvimento do feijoeiro fora dos limites de temperatura exigidos são acometidos de danos à produção, desde a queda de flores até o abortamento das vagens. Os efeitos das altas temperaturas podem ser confundidos com os de deficiência hídrica, mas quando há disponibilidade de água, a temperatura elevada provoca um elevado crescimento vegetativo em detrimento do crescimento reprodutivo.

A Tabela 3 apresenta o resumo da análise de variância do ensaio de textura arenosa referente ao número de vagens por planta (NVP), comprimento de vagens por planta (COMPV, cm), massa de vagens por planta (PVP, g), número de grãos por vagens (NGV), massa de grãos por vagens (PGV, g), massa de 100 grãos (P100G, g) e produtividade (PG, g planta⁻¹). A análise revelou existir diferenças estatisticamente significativas (P < 5% e P ≤ 1%) para os componentes de produção analisados. Não houveram interação entre os métodos para o NVP, PVP e PGV. O coeficiente de variação dos dados registrou-se entre baixo e médio para as características.

A Tabela 4 apresenta a comparação de médias dos dez tratamentos analisados pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade. Os componentes NVP, COMPV, PVP, NGV apresentaram médias diferentes para cada tratamento dentre os manejos de irrigação utilizados, no entanto não foram significantes. Tal fato, pode ter relação com o tipo de solo utilizado no ensaio, pois esses solos possuem baixa permeabilidade e alta capacidade de retenção de água. Lâminas excessivas provocam um ambiente com falta de aeração para as plantas (SANTANA, 2007). A redução do rendimento da cultura com reposições excessivas de água foi verificada por Garrido (1998).

O PGV foi dividido em dois grupos (a, b), 70% das médias compuseram o grupo “a”, sendo que 57% dos tratamentos faz parte do método utilizando o manejo da irrigação pela Depleção, os outros 43% dos tratamentos estão concentrados no método da Potencial mátrico. Os tratamentos com maiores médias foram 30% AD (1,05 g), 40% CAD (1,42 g), 50% AD (1,33 g), 60% AD (1,30 g), – 30 kPa (1,49 g), – 40 kPa (1,35 g) e – 50 kPa (1,36 g). Os outros 30% dos tratamentos fizeram parte do grupo “b”, sendo eles 70% AD (1,21 g), – 60 kPa (1,16 g) e – 70 kPa (1,13 g).

Tabela 3. Resumo da análise de variância referente ao número de vagens por planta (NVP), comprimento de vagens por planta (COMPV, cm), massa de vagens por planta (PVP, g), número de grãos por vagem (NGV), massa de grãos por vagem (PGV, g), massa de 100 grãos (P100G, g) e produtividade (PG, g planta⁻¹).

F.V.	G.L.	Quadrados Médios ¹						
		NVP	COMPV	PVP	NGV	PGV	P100G	PG
Blocos	3	0,3789 ^{ns}	0,5327 ^{ns}	5,2577 ^{**}	0,1743 ^{ns}	0,0290 ^{ns}	23,5208 ^{ns}	7,9254 [*]
Tratamentos	9	0,3999 ^{ns}	0,6893 ^{ns}	1,9068 ^{ns}	0,2504 ^{ns}	0,0675 [*]	64,1572 ^{**}	21,1854 ^{**}
Depleção	4	0,8384 ^{**}	0,2720 ^{ns}	2,5120 ^{ns}	0,1576 ^{ns}	0,0520 ^{ns}	36,2458 ^{ns}	15,0679 ^{**}
Potencial mátrico	4	0,5675 ^{ns}	0,9338 [*]	1,1533 ^{ns}	0,2920 ^{ns}	0,0927 [*]	79,6561 ^{**}	18,6516 ^{**}
D v.s. T	1	0,0180 ^{ns}	1,3801 ^{ns}	2,5000 ^{ns}	0,4553 ^{ns}	0,0287 ^{ns}	113,8067 [*]	55,7904 ^{**}
Resíduo	27	0,2284	0,3425	1,0525	0,1572	0,0235	19,0616	2,6933
C.V	-	12,75	6,16	19,79	8,66	11,55	15,47	14,74

¹ns: Não significativo (p > 0,05); *Significativo (0,05 ≥ p ≥ 0,01); **Significativo (p ≤ 0,01);

Tabela 4. Comparação de médias do número de vagens por planta (NVP), comprimento de vagens por planta (COMPV, cm), massa de vagens por planta (PVP, g), número de grãos por vagem (NGV), massa de grãos por vagem (PGV, g), massa de 100 grãos (P100G, g) e produtividade (PG, g planta⁻¹).

Trat.	Depleção (%)				
	30 AD	40 AD	50 AD	60 AD	70 AD
NVP	4,35 a	3,93 a	3,65 a	3,61 a	3,10 a
COMPV	9,80 a	9,60 a	9,75 a	10,00 a	9,30 a
PVP	6,35 a	6,03 a	4,60 a	5,55 a	4,65 a
NGV	4,75 a	4,91 a	4,70 a	4,70 a	4,37 a
PGV	1,05 a	1,42 a	1,33 a	1,30 a	1,21 b
P100G	30,13 a	33,35 a	30,98 a	25,09 b	29,98 a
PG	15,36 a	13,15 a	11,23 b	11,09 b	10,75 b

Trat.	Potencial mátrico (kPa)				
	- 30	- 40	- 50	- 60	- 70
NVP	3,93 a	3,60 a	3,83 a	3,75 a	3,75 a
COMPV	9,65 a	9,30 a	9,20 a	9,85 a	8,59 a
PVP	5,70 a	5,18 a	4,53 a	4,93 a	4,35 a
NGV	4,69 a	4,38 a	4,70 a	4,55 a	4,05 a
PGV	1,49 a	1,35 a	1,36 a	1,16 b	1,13 b
P100G	27,95 a	32,64 a	27,79 a	21,89 b	22,39 b
PG	13,80 a	9,16 c	9,15 c	9,04 c	8,62 c

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

Na variável P100G, o fator manejo da irrigação por depleção não apresentou diferenças significativas entre os tratamentos: 30% AD (30,13 g), 40% AD (33,35 g), 50% AD (30,98 g), 70% AD (29,98 g) excetuando-se apenas o tratamento com 60% AD (25,09 g). Para o fator manejo da irrigação através da tensão de água no solo os tratamentos de - 30 kPa (27,95 g), - 40 kPa (32,64 g) e - 50 kPa (27,79 g) não apresentaram efeito significativos a (p<0,05) entre si, excetuando-se apenas os tratamentos nos valores de - 60 kPa (21,89 g) e - 70 kPa (22,39 g).

Os resultados médios da produção de grãos mostram uma queda acentuada na produção à medida que se eleva o potencial matricial, ou seja, à medida que se reduz a reposição de água. Para a PG, 30% dos tratamentos receberam letra “a”, 30% com letra “b” e 40% letra “c”. Com maiores médias apresentaram-se 30% AD (15,36 g planta⁻¹), 40% AD (13,15 g planta⁻¹) e - 30 kPa (13,80 g planta⁻¹). Os tratamentos representados no grupo “b” foram 50% AD (11,23 g planta⁻¹), 60% AD (11,09 g planta⁻¹), 70% AD (10,75 g planta⁻¹). No grupo “c” se concentrou apenas tratamentos do método do potencial mátrico, sendo - 40 kPa (9,16 g planta⁻¹), - 50 kPa (9,15 g planta⁻¹), - 60 kPa (9,04 g planta⁻¹) e - 70 kPa (8,62 g planta⁻¹). Comparando-se os tratamentos de Depleção entre eles mesmos, nota-se que os componentes COMPV, PVP, NGV, PGV e P100G não diferiram ao nível de 5%

de probabilidade estatística pelo teste de Scott-Knott (Tabela 5). Na comparação apenas dos tratamentos da Depleção, verifica-se, de maneira geral, pelas análises realizadas para os componentes de produção, grande variação da produção desta cultivar em estudo, frente às deficiências hídricas impostas pelos tratamentos, com reduções significativas, à medida que diminuíram os níveis de água disponível no solo, sendo considerados críticos para esta cultivar, os níveis de 50% a 70%.

Tabela 5. Comparação de médias do número de vagens por planta (NVP), comprimento de vagens por planta (COMPV, cm), massa de vagens por planta (PVP, g), número de grãos por vagem (NGV), massa de grãos por vagem (PGV, g), massa de 100 grãos (P100G, g) e produtividade (PG, g planta⁻¹). Ensaio textura argilosa.

Trat. ¹	Depleção (%)				
	30 AD	40 AD	50 AD	60 AD	70 AD
NVP	4,35 a	3,93 a	3,65 b	3,61 b	3,10 b
COMPV	9,80 a	9,60 a	9,75 a	10,00 a	9,30 a
PVP	6,35 a	6,03 a	4,60 a	5,55 a	4,65 a
NGV	4,75 a	4,91 a	4,70 a	4,70 a	4,37 a
PGV	1,05 a	1,42 a	1,33 a	1,30 a	1,21 a
P100G	30,13 a	33,35 a	30,98 a	25,09 a	29,98 a
PG	15,36 a	13,15 a	11,23 b	11,09 b	10,75 b

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

O componente NVP foi afetado pelos níveis de estresse hídrico com mais severidade que o ocorrido nas outras variáveis estudadas, em todos os níveis de déficit hídrico. As maiores médias, foram relacionadas com os tratamentos 30% AD e 40% AD, com as respectivas médias 4,35 e 3,93. Os tratamentos 50% AD (3,65), 60% AD (3,61) e 70% AD (3,10) apresentaram os menores valores estudados. Segundo Leite et al. (2000), tal comportamento pode ser explicado como um dos mecanismos de resistência à seca utilizado por esta planta, no sentido de buscar melhores condições para superar a falta de água, produzindo menor quantidade de vagens.

Por sua vez, Lima (1996), verificando o efeito de cinco níveis de água disponível no crescimento e produtividade do feijão caupi, examinou também que o NVP diminuiu com o aumento do estresse hídrico. Para este autor, a redução deste componente parece ser o principal fator de decréscimos na produção de grãos de feijão caupi. Nascimento et al. (2004) também ressaltaram a redução no número de vagens por planta em feijoeiros sujeitos à deficiência hídrica. Em conformidade com Karamanos et al. (1982), a ocorrência de estresse hídrico, provoca limitação do crescimento e da superfície fotossintética, ocorrendo consequentemente, menor

número de flores, de vagens por planta e de grãos por vagens. A PG da mesma maneira que o NVP, obteve as maiores médias nos tratamentos 30% AD (15,36 g planta⁻¹) e 40% AD (13,15 g planta⁻¹), estas foram seguidas pelos tratamentos 50% AD (11,23 g planta⁻¹), 60% AD (11,09 g planta⁻¹) e 70% AD (10,75 g planta⁻¹). O valor de 40% AD está em concordância ao encontrado por Silveira; Stone (1994), que avaliando o desempenho do pivô central na cultura do feijoeiro em solo de cerrado verificou que o valor de 45% AD proporcionou produtividades mais elevadas. Carvalho et al. (2000), constataram queda na produção de 32 a 100%, relativos aos níveis de 80 e 20% de água consumida, respectivamente, em relação à testemunha (reposição de 100% de água consumida).

É constatado na Figura 2 a inclinação de cada tratamento em cada componente de produção, descrito na Tabela 5. Os tratamentos 30% AD e 40% AD sobressaíram-se aos outros, com exceção do componente COMPV, no qual o tratamento 60% AD obteve o maior valor encontrado. Os cinco tratamentos agrupados na Tabela 6 apresentam médias diferentes, entretanto, os componentes NVP, COMPV, PVP e NGV não diferenciaram-se pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade estatística. Logo as menores médias foram evidenciadas nos tratamentos de maior potencial mátrico, ou seja, menor teor de água no solo. O PGV apresentou as três maiores médias nos tratamentos – 30 kPa (1,49 g), – 40 kPa (1,35 g) e – 50 kPa (1,36 g), seguido das médias – 60 kPa (1,16 g) e – 70 kPa (1,13 g). O P100G da mesma maneira que o PGV, elencou os mesmos tratamentos, – 30 kPa (27,95 g), – 40 kPa (32,64 g) e – 50 kPa (27,79 g), como as maiores medias. Os tratamentos – 60 kPa (21,89 g) e – 70 kPa (22,39 g) foram os de menor produção. A PG diferiu estatisticamente em apenas um tratamento no grupo, – 30 kPa (13,80 g planta⁻¹). Figuerêdo et al. (2008) estudando tensões de água em solos argilosos em ambiente de Cerrado verificou resultado que as maiores produtividades resultaram de irrigações realizadas com o nível do potencial matricial da água no solo em torno de 37 kPa. Os demais tratamentos apresentaram em ordem decrescente os valores médios de produtividade, – 40 kPa (9,16 g planta⁻¹), – 50 kPa (9,15 g planta⁻¹), – 60 kPa (9,04 g planta⁻¹) e – 70 kPa (8,62 g planta⁻¹).

Na Figura 3 está a tendência de cada tratamento em cada componente de produção, descrito na Tabela 10. No ensaio de textura argilosa, a comparação entre os métodos do potencial mátrico e depleção diferiram para dois parâmetros avaliados (Tabela 7), os outros componentes avaliados, estatisticamente (p < 0,05), não diferem entre si. Nota-se que a depleção foi mais significativa que a potencial mátrico para os componentes P100G e a PG. Tal fato pode estar relacionado com a lâmina total aplicada, que no método da depleção foi 245,27 mm enquanto que no potencial matricial aplicou-se 218,78 mm, 11% menor. Solos com textura argilosa apresentam uma maior estruturação favorecendo a formação de maior quantidade de microporos em relação a macroporos, por isso sua CAD vai ser maior que a de solos arenosos e possibilitará por maior período a manutenção da umidade do solo, bem como o acúmulo das lâminas aplicadas.

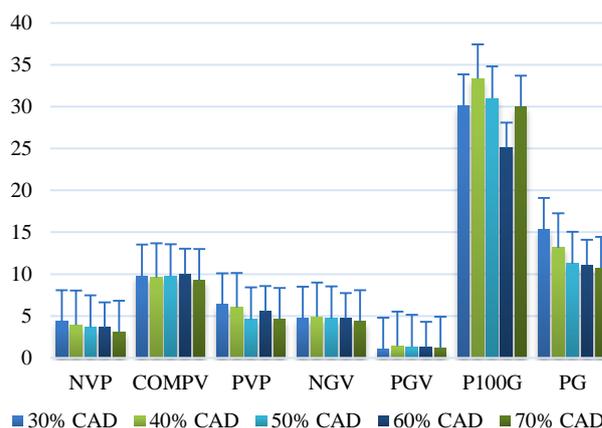


Figura 2. Agrupamentos dos cinco tratamentos (Depleção) pelo teste de Scott-Knott referente ao número de vagens por planta (NVP), comprimento de vagens por planta (COMPV, cm), massa de vagens por planta (PVP, g), número de grãos por vagem (NGV), massa de grãos por vagem (PGV, g), massa de 100 grãos (P100G, g) e produtividade (PG, g planta⁻¹). Ensaio textura argilosa.

Tabela 6. Comparação de médias do número de vagens por planta (NVP), comprimento de vagens por planta (COMPV, cm), massa de vagens por planta (PVP, g), número de grãos por vagem (NGV), massa de grãos por vagem (PGV, g), massa de 100 grãos (P100G, g) e produtividade (PG, g planta⁻¹).

Trat.	Potencial mátrico (kPa)				
	- 30	- 40	- 50	- 60	- 70
NVP	3,93 a	3,60 a	3,83 a	3,75 a	3,75 a
COMPV	9,65 a	9,30 a	9,20 a	9,85 a	8,59 a
PVP	5,70 a	5,18 a	4,53 a	4,93 a	4,35 a
NGV	4,69 a	4,38 a	4,70 a	4,55 a	4,05 a
PGV	1,49 a	1,35 a	1,36 a	1,16 b	1,13 b
P100G	27,95 a	32,64 a	27,79 a	21,89 b	22,39 b
PG	13,80 a	9,16 b	9,15 b	9,04 b	8,62 b

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

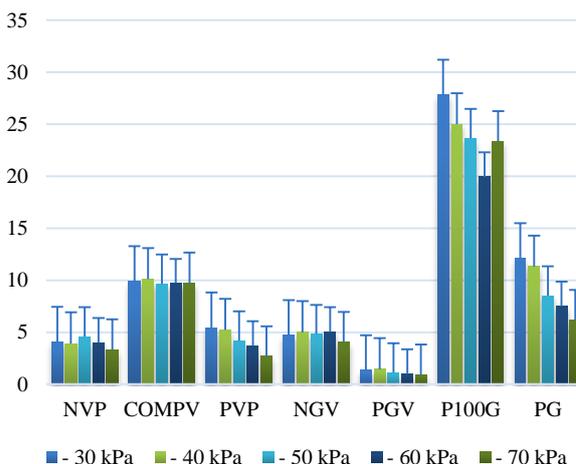


Figura 3. Agrupamentos dos cinco tratamentos (Potencial mátrico) pelo teste de Scott-Knott referente ao número de vagens por planta (NVP), comprimento de vagens por planta (COMPV, cm), massa de vagens por planta (PVP, g), número de grãos por vagem (NGV), massa de grãos por vagem (PGV, g), massa de 100 grãos (P100G, g) e produtividade (PG, g planta⁻¹). Ensaio textura argilosa.

Tabela 7. Comparação dos contrastes entre métodos (Depleção v.s. Potencial mátrico) referente ao número de vagens por planta (NVP), comprimento de vagens por planta (COMPV, cm), massa de vagens por planta (PVP, g), número de grãos por vagem (NGV), massa de grãos por vagem (PGV, g), massa de 100 grãos (P100G, g) e produtividade (PG, g planta⁻¹).

Componentes de Produção	Métodos	
	Depleção	Potencial mátrico
NVP	3,73 A	3,77 A
COMPV	9,69 A	9,32 A
PVP	5,44 A	4,94 A
NGV	4,69 A	4,47 A
PGV	1,26 A	1,30 A
P100G	29,91 A	26,53 B
PG	12,31 A	9,95 B

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

4. CONCLUSÕES

O método de depleção proporcionou melhores resultados na produtividade do feijoeiro, utilizando as frações de 30% AD e 40% AD. Dentre os valores de potencial matricial, – 30 kPa, promoveu maior produtividade de grãos do feijoeiro.

5. REFERÊNCIAS

- AIDAR, H. et al. **Sistema de produção do feijoeiro comum em várzeas tropicais: época de plantio**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2002. 305 p. (Circular Técnica, 55)
- ALLEN, R. G. et al. **Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements**. Rome: FAO, 1998, 297 p. (Irrigation and Drainage Paper, 56)
- BARBOSA, F. R.; GONZAGA, A. C. O. **Informações técnicas para o cultivo do feijoeiro-comum na Região Central-Brasileira: 2012-2014**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2012. 247 p. (Documentos, 272)
- BRITO, R. R. et al. Uso da água na irrigação. **Fórum Ambiental da Alta Paulista**, Tupã, v. 8, n. 2, p. 373-383, fev. 2012.
- CARVALHO, J. A. et al. Efeito do déficit hídrico sobre o rendimento do feijão caupi [*Vigna unguiculata* (L.) Walp]. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 24, n. 3, p. 710-717, maio/jun. 2000.
- DOURADO NETO, D. et al. **Programa para confecção da curva de retenção de água no solo**, modelo Van Genuchten. Soil Water Retention Curve, SWRC (version 3.0 Beta). Piracicaba: USP, 2001.
- FIGUEIREDO, S. F. et al. Gerenciamento da Irrigação do feijoeiro baseado em critérios técnicos e econômicos do cerrado. **Irriga**, Botucatu, v. 13, n. 3, p. 378-391, jul./set. 2008
- FIGUERÊDO, S. F. et al. **Potencial mátrico de Água no Solo para Maiores Lucratividades do Feijoeiro Irrigado em Ambiente de Cerrado**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2008. 6 p. (Comunicado Técnico, 150)
- FREITAS, W. A. et al. Manejo da irrigação utilizando sensor da umidade do solo alternativo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental**, Campina Grande, v. 16, n. 3, p. 268-274, mar. 2012.
- GARRIDO, M. A. T. **Respostas do feijoeiro às lâminas de água e adubação nitrogenada**. 1998. 205 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1998.
- GENUCHTEN, M. T. A closed-form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 44, n. 5, p. 892-898, set. 1980.
- RAIJ, B. et al. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. Campinas: IAC, 1997. 285 p. (Boletim Técnico, 100)
- KARAMANOS, A. J. et al. Water stress and leaf growth of field beans (*Vicia faba*, L.) in the field: water potentials and laminar expansion. **Annals of Botany**, London, v. 49, n. 6, p. 815-826, jun. 1982.
- LEITE, M. L. et al. Efeitos do déficit hídrico sobre a cultura do caupi, cv. EMAPA-821. III - Produção. **Revista de Agricultura**, Piracicaba, v. 75, n. 1, p. 9-20, jun. 2000.
- LIMA, G. P. B. Crescimento e produtividade do caupi [*Vigna unguiculata* (L.) Walp] sob diferentes níveis de disponibilidade hídrica do solo. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE CAUPI, 4., 1996, Teresina. **Anais...** Teresina: CNPAMN/Embrapa, 1996. p. 41-43.
- NASCIMENTO, J. T. et al. Efeito da variação de níveis de água disponível no solo sobre o crescimento e produção de feijão caupi, vagens e grãos verdes. **Horticultura Brasileira**, Vitória da Conquista, v. 22, n. 2, p. 174-177, abr./jun. 2004.
- NESI, C. N.; GARCIA, A. A. F. Decomposição ortogonal de graus de liberdade de tratamentos utilizando variáveis auxiliares e proc glm do sas. **Bragantia**, Campinas, v. 64, n. 1, p. 157-167, jan./fev. 2005.
- NOGUEIRA, M. C. S. **Experimentação agrônômica I: conceitos, planejamento e análise estatística**. Piracicaba: M. C. S. Nogueira, 2007. 479 p.
- SANTANA, M. J. **Resposta do feijoeiro comum a lâminas e épocas de suspensão da irrigação**. 2007. 102 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2007.
- SILVEIRA, P. M.; STONE, L. F. **Manejo da irrigação do feijoeiro: uso do tensiômetro e avaliação do desempenho do pivô central**. Goiânia: Embrapa, 1994. 46 p. (Circular Técnico, 27).