



DESENVOLVIMENTO VEGETATIVO DO FEJJOEIRO IRRIGADO COM DIFERENTES LÂMINAS

Chaiane Guerra da Conceição¹, Adroaldo Dias Robaina², Marcia Xavier Peiter³, Ana Rita Costenaro Parizi⁴, João Antônio da Conceição⁵

RESUMO

Dentre os fatores que mais influenciam no sucesso de lavouras produtivas e de qualidade, o déficit hídrico está entre um dos mais agravantes. Desta forma, a irrigação apresenta-se como uma forte aliada, por meio da reposição de água requerida pelas culturas. Neste contexto, o objetivo deste estudo foi avaliar a influência da aplicação de diferentes lâminas de irrigação sobre os componentes de crescimento da cultura do feijão, cultivado na região de Alegrete, RS, Brasil. O trabalho foi desenvolvido em casa de vegetação da Universidade Federal do Pampa, Campus Alegrete, RS, no período de fevereiro a maio de 2016. Foi utilizada a cultivar BRS Valente. Os tratamentos de irrigação foram: 25, 50, 75, 100 e 125% de reposição da evapotranspiração da cultura, sob um delineamento experimental inteiramente casualizado, com quatro repetições. O manejo de irrigação baseado em turno de rega fixo de quatro dias. Durante o ciclo da cultura do feijão foram avaliados os componentes de crescimento como altura de plantas (cm), diâmetro do caule (mm) e índice de área foliar ($m^2 m^{-2}$). Para as condições de clima, solo e estratégia de manejo em que o experimento foi conduzido, os componentes do crescimento apresentaram-se de forma crescente conforme o incremento das lâminas de irrigação, apresentando os maiores valores para a lâmina de 125% de reposição da evapotranspiração da cultura para todos os parâmetros estudados.

Palavras-chave: *Phaseolus vulgaris* L., déficit hídrico; evapotranspiração

VEGETATIVE DEVELOPMENT OF THE BEAN PLANT IRRIGATED WITH DIFFERENT LEVELS

ABSTRACT

¹ Doutoranda em Engenharia Agrícola, UFSM Campus Santa Maria, e-mail: chaianepg@yahoo.com.br

² Doutor em Engenharia Hidráulica e Saneamento, Prof. UFSM, Santa Maria, e-mail: diasrobaina@gmail.com

³ Doutora em Engenharia Hidráulica e Saneamento, Prof.^a UFSM, Santa Maria, e-mail: mxpeiter@gmail.com

⁴ Doutora em Engenharia Agrícola, Prof.^a do IFFar Campus Alegrete, e-mail: ana.parizi@gmail.com

⁵ Engenheiro Agrícola, IFFar Campus Alegrete, e-mail: conceicao.j.a@gmail.com

Among the factors that more influences in the success of productive farmings and of quality, the water deficit is among one of the more added difficulties. This way, the irrigation comes as a fort allied, together with the other factors of the production, through the replacement of water requested by the crop. In this context, the objective of this study was to evaluate the influence of the application of different irrigation levels on the components of growth of the crop of the bean, cultivated in the area of Alegrete, RS, Brazil. The work was developed home of vegetation of the Federal University of the Pampa, Campus Alegrete, RS, in the period of February to May of 2016. It was used to cultivate BRS Valente. The irrigation treatments were: 25, 50, 75, 100 and 125% of replacement of the evapotranspiration of the crop, under a completely randomized experimental design with four replications. The irrigation handling based on watering shift fastens of four days. During the cycle of the crop of the bean they were appraised the growth components as height of plants (cm), diameter or the stem (mm) and leaf area index ($m^2 m^{-2}$). For the climate conditions, soil and handling strategy in that the experiment was driven, the components of the growth came in a growing way according to the increment of the irrigation levels, presenting the largest values for the levels of 125% of replacement of the evapotranspiration of the crop for all of the studied parameters.

Keywords: *Phaseolus vulgaris* L., water deficit, evapotranspiration

INTRODUÇÃO

A cultura do feijoeiro apresenta elevada importância na alimentação humana, em vista de suas características proteicas e energéticas. Atualmente é cultivado por pequenos e grandes produtores, nos mais diversificados sistemas de produção e em todas as regiões brasileiras.

Segundo a Companhia Nacional do Abastecimento – CONAB (2018), a área de feijão semeada no país na safra de 2016/2017 foi de 3.179,8 mil hectares, e a produção nacional estimada em 3.418,3 mil toneladas, ficando o Brasil como o terceiro maior produtor mundial com 12% do total produzido.

Quando se tratam de fatores climáticos que mais influenciam na produção deste alimento, são preponderantes: a precipitação pluvial, temperatura e a radiação solar. Sendo, dentre estes, a precipitação pluvial, escassa ou mal distribuída, a principal causadora do insucesso das lavouras (PEREIRA et al., 2014).

Considerando o crescimento das plantas, Loomis e Amthor (1999) consideram que a maioria das culturas anuais apresentam um modelo de crescimento sigmóide, onde se verifica que no início do ciclo o crescimento é

lento, aumentando gradativamente até atingir um ponto máximo e se estabilizar.

Para Souza et al. (2003), com o objetivo de investigar os efeitos de populações de plantas sobre a altura e os componentes do rendimento de grãos do feijoeiro em Lavras - MG, constataram que o crescimento da altura da planta de feijão está diretamente relacionado com a época de cultivo, onde observaram que o feijão cultivado da “safra das águas” e na “safra da seca” apresentou valores, para este parâmetro, de 92 a 70 cm, respectivamente, demonstrando a relação deste parâmetro a disponibilidade de água.

Carvalho et al. (2016), também concordam que a altura de planta apresenta comportamento crescente conforme a disponibilidade de água, uma vez que, em estudos com acréscimos hídricos de 40, 60, 80 e 100% da evapotranspiração da cultura (ETc), observaram que o maior valor para este parâmetro de 53,69 cm foi encontrado no tratamento com maior disponibilidade (100% da ETc).

Tratando-se do índice de área foliar (IAF), Fancelli e Dourado Neto (2000), explicam que este parâmetro corresponde à relação entre a superfície da folha fotossinteticamente ativa em relação à unidade de superfície de solo. Assim, segundo Faravin et al. (2002), o IAF ($m^2 m^{-2}$), expressa

a relação existente entre a área foliar da planta e a área do terreno ocupada pela cultura, sendo esta uma variável importante como parâmetro indicativo da produtividade.

De acordo com Parizi (2010), tratamentos com estratégias de irrigação com reposição de 80% da evapotranspiração de referência (ET_o) para o feijoeiro, na região de Santiago – RS, o valor máximo obtido de IAF foi de 7,74 m² m⁻², em contrapartida, Carvalho et al. (2011) observaram que o IAF máximo foi de 6,42 m² m⁻² para o feijoeiro comum irrigado com 100% de reposição da ET_c. Valores que corroboram com o encontrado por Souza e Lima (2012), que obtiveram valor de 6,9 m² m⁻² no período de maturação para a variedade carioca.

Representando outro parâmetro de crescimento, o diâmetro do caule segundo Coelho et al. (2007) apresenta função importante na sustentação da planta, de modo que, diâmetros maiores evitam índices elevados de acamamento, facilitando o processo de colheita mecanizada.

De acordo com Krinski (2001), o diâmetro do caule das plantas de feijão aumenta até o estágio de desenvolvimento fisiológico R8, havendo uma redução no último estágio, este fato pode ser explicado de forma que neste período, ocorre o remanejamento dos fotoassimilados com o caule, que passa a disponibilizar suas reservas para o processo de enchimento do grão.

Para que haja a introdução da produção de feijão em regiões como Alegrete-RS, são necessários estudos que demonstrem a sua capacidade de desenvolvimento e produtividade, uma vez que a elevada influência das condições ambientais sobre a cultura ocasiona variações e instabilidade no rendimento, o que torna o feijão uma cultura de risco, gerando insegurança aos produtores e desestímulo ao seu cultivo. Neste aspecto atribui-se a falta de água, um dos principais problemas encontrados na produção de feijão (VALE et al., 2012).

Neste contexto, a técnica da irrigação, consiste na suplementação hídrica, aliada a demais fatores como manejo de solo,

sementes de qualidade e uso recomendado de fertilizantes e insumos. Portanto, o presente trabalho tem como objetivo avaliar o comportamento do crescimento do feijoeiro comum submetido a lâminas de irrigação, cultivado em vasos em ambiente protegido, no cenário agrícola do município de Alegrete, RS.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido em casa de vegetação da Universidade Federal do Pampa – Campus Alegrete – Rio Grande do Sul.

O local do experimento apresenta coordenadas geográficas 29°47'23" de latitude sul e 55°46'04" de longitude oeste, encontra-se a 121m acima do nível do mar, e apresenta clima predominante subtropical, temperado quente, com estações bem definidas (Cfa Koppen).

De acordo com as normais climatológicas do Brasil, a média de precipitação pluviométrica é de 1525 mm anuais, ocorrendo a menor média mensal em agosto e a maior em outubro. As precipitações intensas, dentro de um período de 24 horas, são de até 115 mm.

A temperatura média anual é de 18,6°C, variando entre 13,1°C em julho e 35,8°C em janeiro. A menor temperatura mínima observada desde 1931 foi de - 4,1°C e a máxima de 40,4°C. A formação de geadas ocorre entre os meses de maio e setembro. A umidade relativa média do ar é de aproximadamente 75% em todos os meses do ano. A evaporação média do ano é de 105,9 mm (INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA, 2018).

O experimento foi realizado no ano agrícola 2015/16, abrangendo o período de fevereiro/2016 a maio/2016.

Na condução do experimento, foram utilizados vinte vasos de material plástico, apresentando dimensões de 33 cm de diâmetro e 30 cm de altura, com capacidade para aproximadamente 20 litros, dispostos sobre uma bancada com 30 cm de altura em

relação ao solo, divididos em cinco tratamentos de irrigação com quatro repetições cada (Delineamento Inteiramente Casualizado).

Os vasos foram preenchidos com um Argissolo Vermelho distrófico arênico, unidade de mapeamento São Pedro (STRECK et al., 2008), coletado da área experimental do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Farroupilha – Campus Alegrete.

A profundidade máxima da coleta do solo da área não excedeu a altura dos vasos, de modo que fosse possível manter o máximo das características locais. Antes do solo ser colocado nos vasos, procedeu-se o destorroamento e peneiramento do mesmo, visando sua uniformidade e a retirada de materiais estranhos.

O solo apresenta textura franco arenosa (9,66% - areia grossa, 65,75% - areia fina, 21,95% - silte e 2,64% argila), densidade do solo e de partículas de 1,64 e 2,58 g cm⁻³, respectivamente.

A semeadura foi realizada no dia 26 de fevereiro de 2016 no sistema de plantio convencional, de forma manual, visando obter três plantas por vaso. Foi utilizada a cultivar BRS Valente, que possui ciclo médio.

A adubação foi realizada logo após o processo de semeadura, aplicando-se o equivalente a 360 kg ha⁻¹, na formulação 00-25-20 (NPK). Aos vinte e cinco dias após a semeadura, foi realizada a aplicação de nitrogênio, equivalente a 80 kg ha⁻¹.

Os dados, referentes às condições climatológicas dentro da casa de vegetação,

foram obtidos com auxílio de um termo higrômetro digital, que foi instalado próximo a bancada com o experimento. Os elementos agrometeorológicos coletados diariamente foram os valores máximos e mínimos de temperatura (°C) e umidade relativa do ar (%).

Com base nestes valores foi possível determinar a temperatura e a umidade relativa média do dia, para todo o período que compreendeu o ciclo da cultura do feijão. A germinação ocorreu quatro dias após a semeadura.

O manejo de irrigação utilizado baseou-se no turno de rega fixo, com intervalo de quatro dias entre as irrigações. As lâminas de irrigação aplicadas durante o ciclo da cultura foram determinadas com base nos dados de evapotranspiração de referência, estimada por meio da Eq. 1.

$$ET_c = ET_o \cdot k_c \quad (1)$$

Onde:

ET_c - evapotranspiração da cultura (mm);

ET_o - evapotranspiração de referência (mm);

K_c - coeficiente de cultura (inicial – 0,69, intermediário – 1,28 e final – 1,04).

Devido a disponibilidade de dados meteorológicos dentro da casa de vegetação (umidade relativa e temperatura), a ET_o foi estimada através do método de Benevides-Lopes (BENEVIDES & DIAZ, 1970) e adotando a correção de Rigoni et al. (2013), conforme Eq. 2.

$$ET_o = 0,67 \cdot 10^{\left(\frac{7,5T}{T+237,5}\right)} (1 - 0,01 \cdot UR) + 0,12 \cdot T - 0,38 \quad (2)$$

Onde:

T - temperatura média (°C);

UR - umidade Relativa média do ar (%).

Para os tratamentos de irrigação foram testadas cinco lâminas distintas, correspondendo a 25, 50, 75, 100 e 125% do valor da evapotranspiração da cultura (ET_c). As proporções das lâminas testadas, são devidas a possibilidade de determinar a função de produção dos componentes

avaliados, em função das lâminas de água disponibilizadas.

A água da irrigação era adicionada aos vasos de maneira uniforme com o auxílio de uma proveta, onde o valor evapotranspirado da cultura em milímetros era convertido para mililitros.

As determinações de área foliar tiveram início aos 22 dias após a semeadura, sendo estas realizadas a cada quinze dias, em uma

planta por repetição, totalizando quatro plantas por tratamento.

A estimativa do índice de área foliar foi determinada através da média do comprimento máximo das folhas (CM), média da largura máxima das folhas (LM), fator de correção de 0,75 (STICKLER et al., 1961), número de folhas (NF) e número de plantas m^{-2} (NPL). As medidas foram feitas em nove trifólios planta⁻¹, sendo três trifólios na parte inferior, três trifólios na parte intermediária e três trifólios na parte superior da planta.

O índice de área foliar foi determinado através da Eq. 3.

$$IAF = \frac{0,75.CM.LM.NF.NPL}{10000} \quad (3)$$

Onde:

0,75 - fator de correção;

CM - média do comprimento máximo das folhas (cm);

LM - média da largura máxima das folhas (cm);

NF - número de folhas da planta;

NPL - número de plantas m^{-2} .

Juntamente com as medidas de área foliar, foram realizadas as medidas de altura de planta (cm) e diâmetro do caule (mm).

A medida de altura de planta foi obtida

medindo-se a distância vertical entre a superfície do solo e o ponto de inserção da última folha, utilizando-se régua graduada, para a medição do diâmetro do caule foi utilizado paquímetro digital.

Para a interpretação dos resultados foi realizada análise de variância usando-se o Teste F ao nível de 5% de probabilidade de erro para interpretação do nível de significância utilizando o pacote estatístico Sisvar 5.6, e quando houve diferença significativa entre os tratamentos, foi realizada análise de regressão e construídos os gráficos com auxílio do software Sigma Plot 13.0.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A Figura 1 apresenta o comportamento da ETo, e observa-se que a média durante o ciclo da cultura foi de 5,57 $mm\ dia^{-1}$, com dois picos de 13,59 e 13,72 $mm\ dia^{-1}$ correspondentes aos 37 e 67 dias após a germinação, respectivamente.

De acordo com as normais climatológicas para a cidade de Alegrete – RS, a média da evaporação, para os mesmos meses em que o experimento foi conduzido, é de 2,96 mm, o que demonstra a interferência do ambiente protegido na taxa evaporativa.

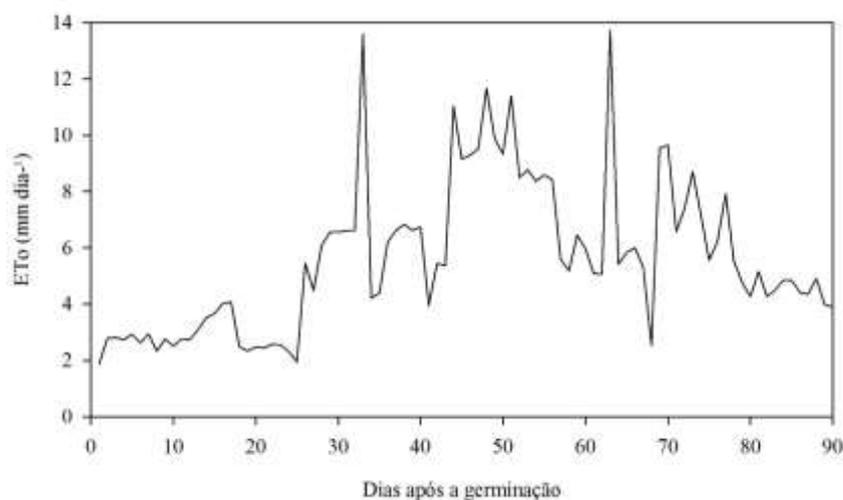


Figura 1. Valores diários da evapotranspiração de referência (ETo) durante o ciclo da cultura do feijoeiro.

Para a ETc (Figura 2), nota-se que o maior pico ocorreu aos 32 dias após a germinação (período correspondente a

fase de florescimento da cultura), a média durante todo ciclo da cultura foi de 5,41 mm dia⁻¹.

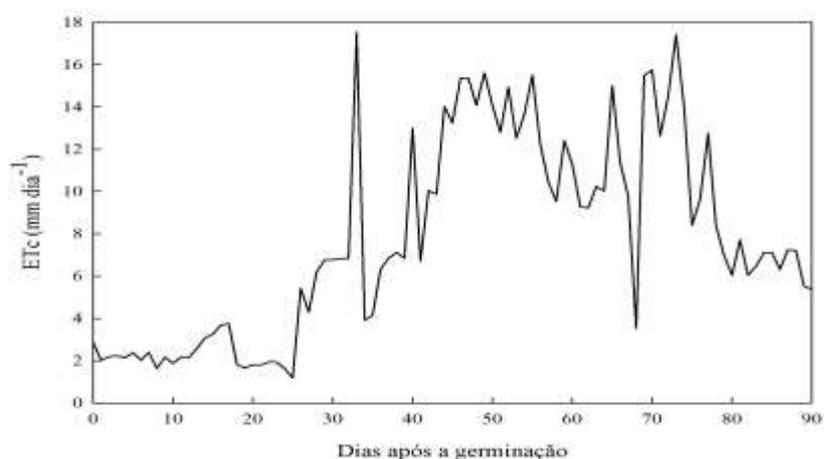


Figura 2. Valores diários da evapotranspiração da cultura (ETc) durante o ciclo da cultura do feijoeiro.

Na Tabela 1 são apresentadas as lâminas de irrigação aplicadas em cada tratamento, durante o ciclo do feijoeiro.

Tabela 1. Lâminas de irrigação (médias individuais e acumuladas) para os diferentes tratamentos.

| % ETc | Lâmina média aplicada por evento de irrigação (mm) | Lâmina de irrigação total no ciclo (mm) |
|-------|--|---|
| 25 | 8,21 | 123,18 |
| 50 | 16,42 | 246,36 |
| 75 | 24,63 | 369,54 |
| 100 | 32,85 | 492,72 |
| 125 | 41,06 | 615,90 |

A variável altura de planta foi influenciada com diferença estatística a partir de 40% do período do ciclo para todos os tratamentos, mantendo-se deste modo até o fim dos mesmos. A média máxima observada

foi de 41,87 aos 100% do ciclo (94 dias após a semeadura).

Na Figura 3, é apresentada a evolução temporal para a altura de plantas de feijão em função das diferentes lâminas de irrigação.

DESENVOLVIMENTO VEGETATIVO DO FEIJOEIRO IRRIGADO COM DIFERENTES LÂMINAS

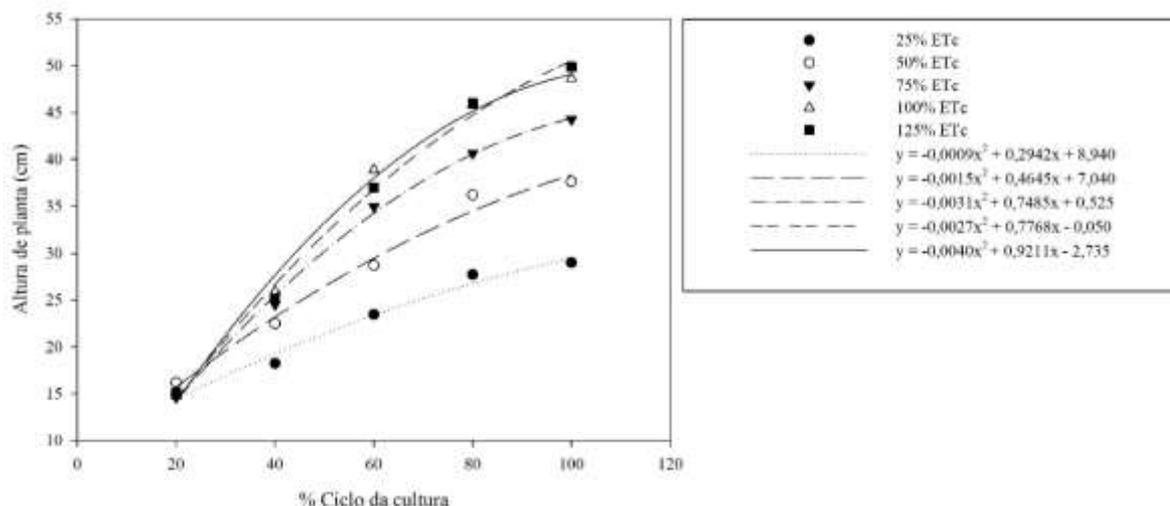


Figura 3. Comportamento da altura de plantas da cultura do feijão para diferentes lâminas de irrigação aplicadas.

É possível observar que a irrigação manteve influência direta neste parâmetro, apresentando ordem quadrática crescente de 41,85% do tratamento menos irrigado (25% da ETc) para o mais irrigado (125% da ETc), conforme o aumento da disponibilidade hídrica nos diferentes tratamentos.

A média encontrada neste estudo, corrobora com a média obtida por Abrantes et al. (2011), que em estudo com uso de reguladores de crescimento na cultura do feijão, obtiveram valores de 48,54 cm para a variedade IAC Apuã, em Selvíria – MS.

Porém os valores obtidos não se correlacionam com os informados pela Embrapa, que informa que a cultivar BRS Valente, utilizada neste estudo, apresenta altura de 60 a 80 cm. Esta diferença pode ser associada em razão do estudo ter sido realizado em casa de vegetação, o que ocasiona em uma redução da radiação solar

sobre as plantas, e conseqüentemente interfere na fisiologia da mesma, diminuindo assim o seu tamanho (ARAÚJO, 2015).

Outro fator que pode ter contribuído para a redução da altura das plantas, é o confinamento das raízes dentro dos vasos, que além de modificar a estrutura e arquitetura do sistema radicular, pode causar significativas reduções de crescimento na parte aérea das plantas (SCHIAVO & MARTINS, 2003).

Para a variável diâmetro do caule, a aplicação das diferentes lâminas de irrigação também apresentou influência com significância estatística.

Na Figura 4 é possível observar que o diâmetro do caule obteve comportamento em ordem quadrática crescente no decorrer do ciclo dos tratamentos, apresentando aumento de circunferência conforme o acréscimo de água disponibilizada.

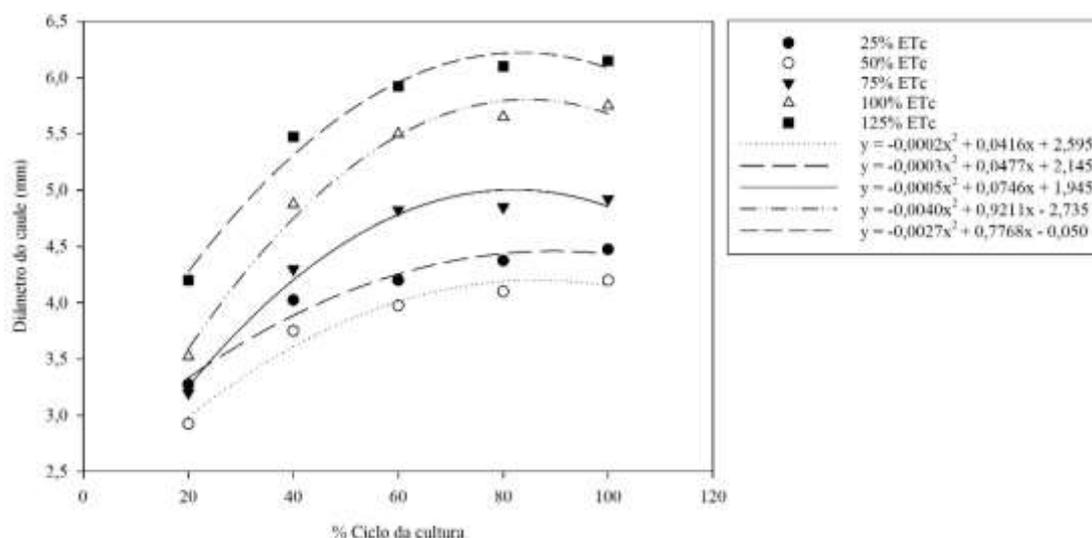


Figura 4. Comportamento do diâmetro do caule da cultura do feijão para diferentes lâminas de irrigação aplicadas.

O maior valor encontrado foi de 6,15 mm no tratamento com maior reposição de água (125% ETc). Já o menor valor foi de 4,20 mm no segundo tratamento de menor reposição de água (50% ETc) ao final do ciclo.

Estes dados estão de acordo com os observados por Salgado et al. (2012), que em estudos comparando diferentes cultivares de feijão, obtiveram valores de 5,1 e 6,8 mm. Porém se difere dos valores obtidos por Alves et al. (2009), que observaram valores de 9,83 e 11,56 para a cultura do feijoeiro em comparação de diferentes parâmetros de níveis de biofertilizantes. Alencar et al. (2013), trabalhando com feijoeiro irrigado, observou que o diâmetro do caule decresce linearmente conforme a adição de água, e

obteve média de 9,24 mm. Este fator possivelmente está relacionado pelo aumento da concentração de sais, advinda da água da irrigação, que compromete o desenvolvimento do mesmo, quando este passa de níveis considerados ótimos.

Vale et al. (2012), em estudo com diferentes genótipos de feijão submetidos a duas condições hídricas, obtiveram valor médio de 4,4 mm para a variedade IPR Chopim. Os mesmos autores ainda ressaltam que o caráter diâmetro de caule é de grande importância para a arquitetura da planta, visto que caules espessos e rígidos podem evitar o seu acamamento.

A evolução do índice de área foliar (IAF) para os diferentes tratamentos de irrigação apresenta-se na Tabela 2.

Tabela 2. Valores de Índice de área foliar ao longo do ciclo da cultura do feijoeiro para diferentes lâminas de irrigação aplicadas.

| ETc (%) | Ciclo da cultura (%) | | | | |
|---------------|----------------------|-------|-------|-------|-------|
| | 20 | 40 | 60 | 80 | 100 |
| 25 | 0,885 | 1,389 | 2,338 | 2,960 | 0,784 |
| 50 | 0,796 | 1,677 | 4,442 | 3,472 | 1,575 |
| 75 | 0,589 | 1,813 | 3,932 | 2,408 | 1,566 |
| 100 | 0,667 | 3,433 | 6,623 | 4,940 | 1,632 |
| 125 | 0,741 | 3,769 | 7,545 | 4,817 | 1,646 |
| Média | 0,735 | 2,416 | 4,975 | 3,719 | 1,440 |
| CV (%) | 18,83 | 43,11 | 26,47 | 34,03 | 43,9 |

Para a variável IAF foi verificada influência com significância estatística em

função das lâminas de irrigação em todos os períodos avaliados, com exceção para última

avaliação (100% do ciclo). Todos os tratamentos apresentaram um crescimento linear do IAF até 60% do ciclo, com exceção do tratamento com 25% de reposição da ETc, que apresentou crescimento linear até 80% do ciclo.

Ao final do ciclo dos tratamentos, quando as plantas encontravam-se em estágio de maturação fisiológica, os valores decresceram, apresentando comportamento normal, tratando-se de uma cultura anual como o feijão. Salienta-se que 60% do ciclo, representa aproximadamente o estágio R8, onde começa a ocorrer o enchimento dos primeiros grãos (FANCELLI, 2009).

O maior IAF foi observado no tratamento com maior disponibilidade hídrica (125% da ETc), apresentando $7,545 \text{ m}^2 \text{ m}^{-2}$, para os demais tratamentos, o comportamento manteve-se decrescente conforme a diminuição da aplicação de água.

Estes dados podem ser comparados com os valores observados por Monteiro et al. (2012), que estudando os efeitos da irrigação sobre as variáveis agronômicas da cultura do feijão obtiveram valor máximo de IAF de $8,30 \text{ m}^2 \text{ m}^{-2}$ aos 59 dias após a semeadura (DAS) e mínimo de $1,39 \text{ m}^2 \text{ m}^{-2}$.

Oliveira et al. (2015) observaram em seus estudos que na medida em que se elevam as lâminas de irrigação, conseqüentemente, eleva-se a área foliar da planta de feijão.

Parizi (2010), também descreve que a cultura do feijoeiro apresenta um crescimento foliar acentuado até 70/78 dias após a emergência (DAE), que compreende o estágio

reprodutivo da cultura, para tratamentos irrigados de 0 a 100% de reposição da ETc, e obteve valores de $7,19 \text{ m}^2 \text{ m}^{-2}$, para o tratamento mais irrigado, para a Região de Santiago – RS, trabalhando com a mesma densidade de semeadura que este estudo.

De acordo com Correia e Nogueira (2004), a redução da área foliar, principalmente nos tratamentos sob déficit hídrico, pode ser explicado como uma estratégia de sobrevivência utilizada pela planta, que tem como intuito diminuir a área disponível à transpiração. Esta redução é constituída por um mecanismo morfológico de defesa, onde a redução da interface entre a planta e a atmosfera reduz a transpiração, que é considerado positivo, porém também reduz em mesma escala a assimilação fotossintética, que é negativo em termos de produção da cultura (OLIVEIRA et al., 2014).

A Figura 5 apresenta o resumo dos valores máximos de índice de área foliar ($\text{m}^2 \text{ m}^{-2}$), diâmetro do caule (mm) e altura de planta (cm), onde é possível perceber o comportamento de cada variável em função das diferentes porcentagens de reposição da ETc.

Vale salientar que as variáveis diâmetro do caule e altura de planta apresentaram os maiores valores ao final do ciclo da cultura para todos os tratamentos. Já para o índice de área foliar, o tratamento com 25% de reposição da ETc apresentou o maior valor com 80% do ciclo, e os demais tratamentos apresentaram valor máximo com 60% do ciclo.

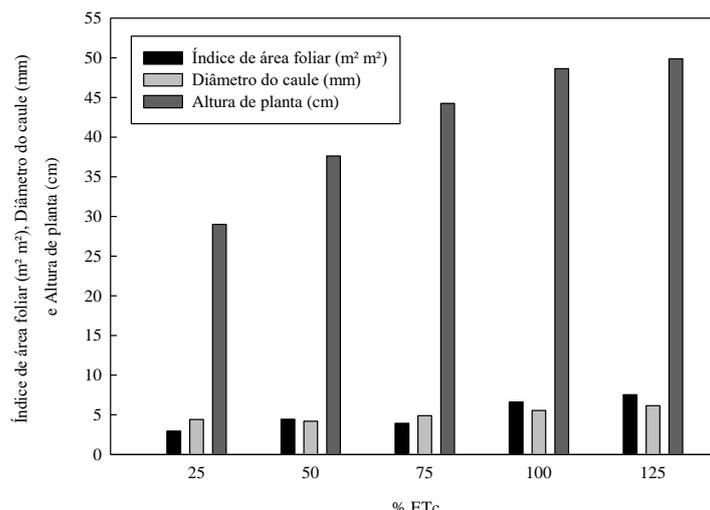


Figura 5. Valor máximo de índice de área foliar ($m^2 m^{-2}$), diâmetro do caule (mm) e altura de planta (cm), em função das diferentes porcentagens de reposição da ETc.

CONCLUSÕES

De acordo com os resultados obtidos neste estudo, verificou-se que há influência do acréscimo de água na cultura do feijão, uma vez que, na medida em que se elevam as lâminas de irrigação, elevam-se os valores dos componentes de crescimento como altura de planta, e índice de área foliar, exceto para o diâmetro do caule, onde a lâmina de 50% da ETc apresentou menores valores para este componente.

REFERÊNCIAS

- ABRANTES, F. A.; SÁ, M. E.; SOUZA, L. C. D.; SILVA, M. P.; SIMIDU, H. M.; ANDREOTTI, M.; BUZETTI, S.; VALÉRIO FILHO, W. V.; ARRUDA, N. Uso do regulador de crescimento em cultivares de feijão de inverno. **Revista Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 42, n. 1, p. 148-154, 2011.
- ALENCAR, A. E. V.; BARBOSA, J. W. S.; ANDRADE, J. R.; NASCIMENTO, R.; SILVA, R. F. B. Parâmetros de crescimento de genótipos de caupi submetido a diferentes níveis de salinidade. In: CONGRESSO NACIONAL DE FEIJÃO-CAUPI, 3, 2012, Recife. **Resumos...** Recife: 2012. p. 25-28.
- ALVES, S. V.; CAVALCANTI, M. L. F.; DEMARTELAERE, A. C. F.; TEÓFILO, T. M. S. Desempenho produtivo do feijoeiro em função da aplicação de biofertilizante. **Revista Verde**, v. 4, n. 1, p. 113-117, 2009.
- ARAÚJO, L. C. **Valor de cultivo e uso (VCU) de linhagens Fp-10 de feijão-de-vagem em Bom Jesus do Itabapoana e Cambuci – RJ.** 2015. 67 p. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) - Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes.
- BENEVIDES, J. G.; DIAZ, J. L. Formula para el calculo de la evapotranspiracion potencial adaptada al tropico ($15^{\circ} N - 15^{\circ} S$). **Agronomia Tropical**, v. 20, p. 335-345, 1970.
- CARVALHO, L. G.; RIOS, G. F. A.; MIRANDA, W. L.; CASTRO NETO, P. Evapotranspiração de referência: uma abordagem atual de diferentes métodos de estimativa. **Revista Pesquisa Agropecuária Tropical**. v. 41, n. 3, p. 456-465, 2011.
- CARVALHO, J. J.; SAAD, J. C. C.; TEIXEIRA, M. B.; ALVES JÚNIOR, J.; DI CAMPOS, M. S.; HORSCHUTZ, A. C. O.; CUNHA, F. N. Grow thand production of common bean in direct seeding under irrigated deficit condition. **African Journal**

- of **Agricultural Research**, v. 11, n. 31, p. 2841-2848, 2016.
- COELHO, C. M. M.; COIMBRA, J. L. M.; SOUZA, C. A.; BOGO, A.; GUIDOLI, A. F. Diversidade genética em acessos de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). **Revista Ciência Rural**, v. 37, n. 5, p. 1241-1247, 2007.
- COMPANHIA NACIONAL DO ABASTECIMENTO. **Safra 2016/17: Décimo Segundo levantamento**. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/17_09_12_10_14_36_boletim_graos_setembro_2017.pdf>. Acessado em: 24 de fevereiro de 2018.
- CORREIA, K. G.; NOGUEIRA, R. J. M. C. Avaliação do crescimento do amendoim (*Arachis hypogaea* L.) submetido a déficit hídrico. **Revista de Biologia e Ciência da Terra**, v. 4, n. 2, p. 1-7, 2004.
- INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. Normais climatológicas do Brasil (1961 a 1990). Disponível em <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=clima/normaisClimatologicas>>. Acessado em: 25 de fevereiro de 2018.
- FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. **Produção de Milho**. 1. ed. Guaíba, Agropecuária, 2000. 360 p.
- FANCELLI A. L. **Feijão: tópicos especiais de manejo**. Piracicaba: ESALQ/USP/LPV, 2009. 208 p.
- FARAVIN, J. L.; DOURADO NETO, D.; GARCÍA, A. G.; VILLA NOVA, N. A.; FARAVIN, M. G. G. V. Equações para estimativa do índice de área foliar do cafeeiro. **Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, n. 6, p. 769-773, 2002.
- KRINSKI, S. A. **Arranjos espaciais para o feijoeiro em semeadura direta**. 2001. 114 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
- LOOMIS, R. J.; AMTHOR, J. S. Yield potential, plant assimilatory capacity and metabolic efficiencies. **Crop Science**, v. 39, n. 1, p. 1584-1595, 1999.
- MONTEIRO, P. F. C.; ANGULO FILHO, R.; XAVIER, A. C.; MONTEIRO, R. O. C. Assessing biophysical variable parameter of bean crop with hyper spectral measurements. **Scientia Agricola**, v. 69, n.2, p. 87-94, 2012.
- OLIVEIRA, A. E. S.; SIMEÃO, M.; MOUSINHO, F. E. P.; GOMES, R. L. F. Desenvolvimento do feijão-fava (*Phaseolus lunatus* L.) sob déficit hídrico cultivado em ambiente protegido. **Holos**, v. 1, n. 1, p. 143-151, 2014.
- OLIVEIRA, S. R. M.; ANDRADE JÚNIOR, A. S.; RIBEIRO, V. Q.; BRITO, R. R.; CARVALHO, M. W. Interação de níveis de água e densidade de plantas no crescimento e produtividade do feijão-caupi em Teresina, PI. **Irriga**, v. 20, n. 3, p. 502-513, 2015.
- PARIZI, A. R. C. **Funções de produção das culturas de milho e feijão através de estudo experimental e simulado**. 2010. 205 p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.
- PEREIRA, V. G. C.; GRIS, D. J.; MARANGONI, T.; FRIGO, J. P.; AZEVEDO, K. D.; GRZESIUCK, A. E. Exigências Agroclimáticas para a Cultura do Feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). **Revista Brasileira de Energias Renováveis**, v. 3, n. 1, p.32-42, 2014.
- RIGONI, E. R.; OLIVEIRA, G. Q.; BISCARO, G. A.; QUEIRÓZ, M. V. B. M.; LOPES, A. S. Desempenho sazonal da evapotranspiração de referência em Aquidauana, MS. **Revista Engenharia na agricultura**, v. 21, n. 6, p. 547-562, 2013.
- SALGADO, F. H. M.; SILVA, J.; OLIVEIRA, T. C.; TONELLO, L. P.;

PASSOS, N. G.; FIDELIS, R. R. Efeito do nitrogênio em feijão cultivado em terras altas no sul do estado de Tocantins. **Ambiência**, v. 8, n. 1, p. 125-136, 2012.

SCHIAVO, J. A.; MARTINS, M. A. Produção de mudas de acácia colonizadas com micorriza e rizóbio em diferentes recipientes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 38, n. 2, p. 173-178, 2003.

SOUZA, A. B.; ANDRADE, M. J. B.; MINUZ, J. A. Altura de planta e componentes do rendimento do feijoeiro em função de população de plantas, adubação e calagem. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, v. 27, n. 6, p. 1205-1213, 2003.

SOUSA, M. A.; LIMA, M. D. B. Índice de área foliar e produtividade do feijoeiro sob estresse hídrico e profundidades de incorporação do adubo. **Global Science and Technology**, v. 5, n. 2, p. 45-55, 2012.

STICKLER, F. C.; WEARDEN, S.; PAULI, A. W. Leaf area determination in grain sorghum. **Agronomy Journal**, v. 53, n. 3, p. 187-188, 1961.

STRECK, E. V. **Solos do Rio Grande do Sul**. 2ª ed. Porto Alegre: Emater, 2008. 222 p.

VALE, N. M.; BARILI, L. D.; ROZZETO, D. S.; STINGHIN, J. C.; COIMBRA, J. L. M.; GUIDOLIN, A. F.; KOOP, M. M. Avaliação para tolerância ao estresse hídrico em feijão. **Biotemas**, v. 25, n. 3, p. 135-144, 2012.