

VARIAÇÃO DA TAXA FOTOSSINTÉTICA, ÁREA FOLIAR E ALTURA DE PLANTAS DE FEIJÃO CULTIVADAS EM DIFERENTES MANEJOS DA ÁGUA NO SOLO

TICIANA FRANÇOIS¹, REIMAR CARLESSO², ZANADRA B. DE OLIVEIRA³, JULIANO D. MARTINS³, NÚBIA PENTIADO AIRES⁴, VINICIUS DUBOU⁴, HENRIQUE FRIES⁴

1- Eng. Agrônomo, mestranda do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola (PPGEA), Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria-RS, Fone: (55) 3220 8399, tici.nh@gmail.com

2- Eng. Agrônomo, Ph.D., Professor Titular do Depto. Engenharia Rural, UFSM, Santa Maria-RS.

3- Eng. Agrícola, doutoranda do PPGEA, UFSM, Santa Maria-RS.

4- Estudante do Curso de Graduação em Agronomia, UFSM, Santa Maria-RS.

Apresentado no XVII Congresso Brasileiro de Agrometeorologia – 18 a 21 de Julho de 2011 – SESC Centro de Turismo de Guarapari, Guarapari - ES

RESUMO: No Rio Grande do Sul a safra principal do feijoeiro ocorre numa época com registros históricos de déficit hídrico. A resposta mais comum das plantas ao déficit hídrico é o fechamento estomático, que provoca reduções na taxa de fotossíntese, pois reduz a disponibilidade de CO². Dessa maneira a área foliar das plantas torna-se um excelente indicador da capacidade fotossintética, que é responsável diretamente pela produção de fotoassimilados e acumulação de matéria seca. O trabalho objetivou avaliar as alterações na área foliar, altura e fotossíntese de plantas de feijão em função de quatro manejos da água de irrigação, determinadas a partir da evapotranspiração acumulada (ETc ac). O trabalho foi conduzido na Universidade Federal de Santa Maria, no interior de uma cobertura móvel, os tratamentos foram constituídos de quatro manejos de irrigação: I₁ 100% da evapotranspiração da cultura acumulada (ETc ac), I₂ 75% da ETc ac, I₃ 50% da ETc ac e I₄ 25% da ETc ac. A redução das lâminas de irrigação causou reduções na área foliar das plantas de feijão a partir dos 35 dias após emergência, redução na altura das plantas no período entre 40 e 54 dias após emergência e reduções na fotossíntese a partir dos 30 dias após emergência.

PALAVRAS-CHAVE: Água, déficit hídrico, evapotranspiração acumulada.

ABSTRACT: In Rio Grande do Sul the main beans crop comes at a time with historical records of water deficit. The most common response of plants to water deficit is stomatal closure, causing reductions in photosynthesis rate because it reduces CO² availability. Thus the leaf area becomes an excellent indicator of photosynthetic capacity, which is directly responsible for assimilates production and dry matter accumulation. The study aimed to evaluate changes in leaf area, height and photosynthesis of bean plants in four different irrigation water managements, as determined from the accumulated evapotranspiration (Etc ac). The experiment was conducted at Federal University of Santa Maria, in a rainfall shelter, the treatments were four different irrigation water management: I₁ 100% Accumulated evapotranspiration (ETc ac), I₂ 75% of ETc ac, I₃ 50% of ETc ac e I₄ 25% of ETc ac. The reduction of water irrigation reduced leaf area of beans plants from 35 days after emergence, reduced height plants in period between 40 and 54 days after emergency and reduced photosynthetic rate since 30 days after emergency.

KEYWORDS: Water, water deficit, accumulated evapotranspiration.

INTRODUÇÃO: O feijoeiro é considerado uma das culturas mais importantes no Brasil. Considerando as três safras anuais de feijão, no Brasil, estima-se que a área total de feijão alcance 3,91 milhões de ha (Conab 2011). No Rio Grande do Sul a safra principal do feijoeiro

é semeada na primavera, coincidindo com o período de registros históricos de déficit hídrico. Com isso, a prática da irrigação das culturas, juntamente com outros fatores de produção, torna-se uma ferramenta indispensável para alcançar e garantir altas produtividades. Segundo Bergamaschi (1992), o déficit hídrico afeta praticamente todos os aspectos relacionados ao crescimento das culturas: reduz a área foliar resultando em um menor dossel vegetativo, conseqüentemente, diminuindo a fotossíntese. Por isso, além da área foliar, deve-se avaliar também as implicações fisiológicas das plantas, quando submetidas ao déficit hídrico. A resposta mais comum das plantas ao déficit hídrico é o fechamento estomático, que ocasiona reduções na taxa de fotossíntese, reduzindo a disponibilidade de CO² (Santos et al., 2009). Dessa maneira a área foliar das plantas é um excelente indicador da capacidade fotossintética, responsável diretamente pela produção de fotoassimilados e acumulação de matéria seca. O presente trabalho objetivou avaliar as alterações na área foliar, altura e fotossíntese de plantas de feijão em função de quatro manejos da água de irrigação, determinadas a partir da evapotranspiração acumulada (ETc ac).

MATERIAL E MÉTODOS: O trabalho foi conduzido no período de setembro de 2010 a janeiro de 2011 na Universidade Federal de Santa Maria. O clima da região é do tipo “Cfa” subtropical úmido de acordo com a classificação climática de Köppen (MORENO, 1961) e o solo do local é classificado como ARGISSOLO VERMELHO Distrófico arênico (EMBRAPA, 1999). O experimento foi conduzido no interior de uma cobertura móvel (*Rainfall Shelter*), a qual era acionada somente durante a ocorrência de uma precipitação pluvial. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado com três repetições. Os tratamentos foram constituídos de quatro manejos de irrigação: 100% da evapotranspiração da cultura acumulada (ETc ac), 75% da ETc ac, 50% da ETc ac 25% da ETc ac. Os tratamentos foram aplicados após os 26 dias após emergência (DAE). A cultura do feijão foi semeada aos 25 dias do mês de setembro, sob sistema de plantio direto, com espaçamento entre linhas de 0,5 m e população de 240 mil plantas ha⁻¹. A irrigação foi realizada por gotejamento, e uma intensidade de irrigação de 10 mmh⁻¹. A necessidade de irrigação foi determinada com base na evapotranspiração da cultura, a evapotranspiração de referência (ETo) foi estimada pelo método de Penman-Monteith (FAO-56) e, os coeficientes de cultura (Kc) foram os propostos por Allen et al. (1998). A área foliar das plantas foi determinada a partir da equação linear $Y = 1,68X + 4,392$, ($r^2 = 0,96$), desenvolvida a partir da análise de regressão entre dados da multiplicação do comprimento pela máxima largura do folíolo central do trifólio (variável independente) e a área foliar real do trifólio (variável dependente), medida no momento da floração com o aparelho LI-3000C da Licor (Portable Area Meter). A fotossíntese foi medida com um porômetro de estado estacionário da marca LICOR (LI-COR 6400 XT). As avaliações foram realizadas entre as 12 e 14 horas em folhas completamente expandidas e ensolaradas. A altura das plantas foi estabelecida pela distância entre a superfície do solo até a inserção do trifólio do último nó vegetativo visível na planta. A análise estatística foi realizada utilizando-se o programa estatístico Sisvar versão 5.1, sendo a análise da variância e a análise de regressão determinadas em nível de significância de 5%.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Durante o ciclo de desenvolvimento da cultura do feijão foram aplicados 122, 206, 290 e 376 mm de lâmina de irrigação, em 16 irrigações para os tratamentos de 25, 50, 75 e 100% da ETc ac, respectivamente. A área foliar das plantas não apresentou diferença estatística entre os tratamentos, da semeadura até os 31 DAE (período vegetativo). Isto ocorreu provavelmente, porque até os 18 DAE (fase inicial de

desenvolvimento da cultura) todas as plantas receberam o mesmo manejo da água de irrigação.

Tabela 1: Resultado do quadrado médio da análise de variância para as variáveis: fotossíntese, área foliar e altura de plantas de feijão. Santa Maria, RS, 2011.

| Data | DAE | Trat | Erro | CV(%) | Regressão | R ² (%) |
|-------|-------------------------------|-----------------------|---------|-------|---------------------|--------------------|
| | | | | | | |
| 26/10 | 24 | 0,296 ^{ns} | 0,525 | 5,45 | ----- | ----- |
| 1/11 | 30 | 8,274* | 0,776 | 4,02 | Y=0,513X + 18,723 | 99,57 |
| 4/11 | 33 | 12,179* | 2,815 | 6,84 | Y=0,055X + 21,016 | 80,35 |
| 12/11 | 41 | 21,626* | 0,646 | 5,53 | Y=0,074X + 9,875 | 80,42 |
| 18/11 | 47 | 15,646* | 0,607 | 3,59 | Y=0,067X + 17,521 | 89,8 |
| 1/12 | 60 | 55,213* | 1,118 | 7,06 | Y=0,121X + 7,385 | 83,65 |
| 7/12 | 66 | 52,592* | 0,798 | 5,76 | Y=0,123X + 7,826 | 90,03 |
| 10/12 | 69 | 129,032* | 3,328 | 11,73 | Y=0,174X + 4,653 | 73,61 |
| Data | Área Foliar (cm^2) | | | | | |
| 18/10 | 16 | 13,20 ^{ns} | 84,54 | 12,68 | ----- | ----- |
| 28/10 | 26 | 1111,51 ^{ns} | 2253,83 | 19,92 | ----- | ----- |
| 2/11 | 31 | 2193,84 ^{ns} | 1486,7 | 10,09 | ----- | ----- |
| 6/11 | 35 | 55676,06* | 1328,55 | 5,7 | Y=4,168X + 378,598 | 97,53 |
| 11/11 | 40 | 96683,86* | 5247,76 | 7,45 | Y=5,545X + 626,188 | 99,33 |
| 25/11 | 54 | 862118,8* | 966,63 | 1,99 | Y=16,164X + 555,631 | 94,71 |
| 8/12 | 67 | 757157,16* | 8056,64 | 6,61 | Y=15,55X + 385,708 | 99,81 |
| 21/21 | 80 | 537064,03 | 9508,76 | 9,21 | Y= 12,96X + 248,768 | 97,75 |
| Data | Altura de plantas (cm) | | | | | |
| 18/10 | 16 | 0,716 ^{ns} | 1,648 | 14,97 | ----- | ----- |
| 28/10 | 26 | 0,118 ^{ns} | 3,22 | 15,45 | ----- | ----- |
| 2/11 | 31 | 13,319 ^{ns} | 14,973 | 18,72 | ----- | ----- |
| 6/11 | 35 | 28,491 ^{ns} | 32,494 | 18,91 | ----- | ----- |
| 11/11 | 40 | 55,472* | 40,421 | 14,93 | Y=0,244X + 70,25 | 46,36 |
| 25/11 | 54 | 403,520* | 70,895 | 9,84 | Y=0,47X + 78,333 | 94,79 |
| 8/12 | 67 | 730,305* | 36,416 | 5,6 | ----- | ----- |

Onde: * Significativo ^{ns} não significativo (linhas) em nível de 5% de probabilidade de erro pelo teste F; DAE: dias após emergências das plantas; CV: coeficiente de variação; R²: coeficiente de determinação.

A partir dos 35 DAE até o final do ciclo da cultura (80 DAE) observou-se diferenças na área foliar entre os tratamentos em todas as avaliações. O aumento na quantidade de água de irrigação aplicada proporciona incrementos lineares de área foliar (tabela 1). Na figura 1A observa-se que o valor máximo de área foliar (1.004 cm^2) para as plantas conduzidas com 25% da ETc ac foi 52,66% inferior ao valor máximo de área foliar (2.121 cm^2) das plantas conduzidas com 100% da ETc ac. O crescimento das plantas é geralmente afetado pela disponibilidade de água no solo, pois a extensibilidade plástica e elástica dos tecidos decresce quando estes são expostos à condições limitadas de disponibilidade hídrica, reduzindo a expansão do dossel vegetativo (Neumann, 1995). Resultados relatados por Bastos et al. (2002), avaliando o crescimento e o desenvolvimento do feijão caupi sob diferentes lâminas de irrigação, indicaram a redução da área foliar da cultura à medida que se intensificou o estresse hídrico.

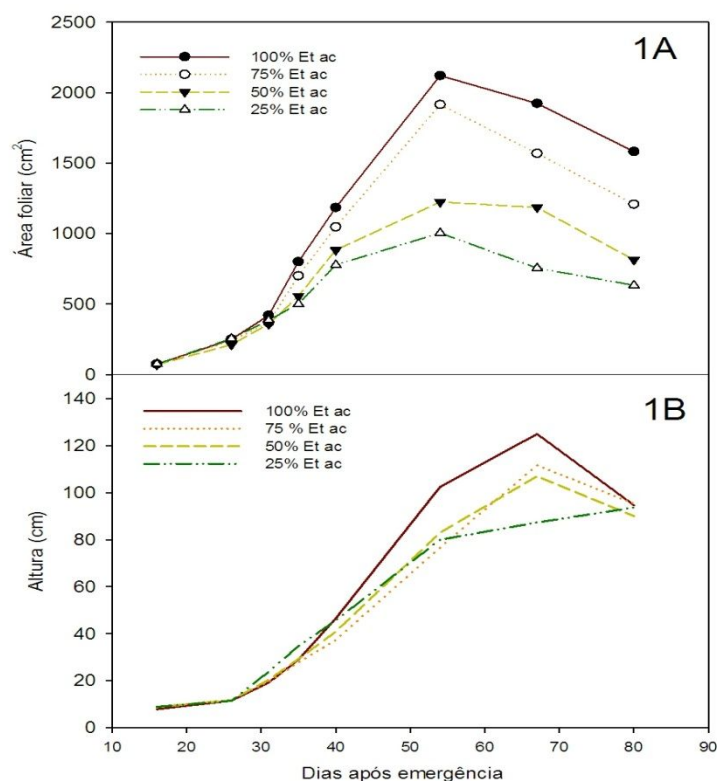


Figura 1: Área foliar das plantas de feijão (1A), altura das plantas de feijão (1B), durante o ciclo de desenvolvimento da cultura, com manejo de irrigação de 25, 50, 75 e 100% da evapotranspiração acumulada (Et ac). Santa Maria, RS, 2011.

A altura das plantas de feijão não diferiu significativamente entre os tratamentos até os 35 DAE (tabela 1), resultado semelhante também foram relatados por Carlesso et al. (2007), que também não encontraram diferenças significativas até os 42 DAE, para plantas de feijão manejadas com diferentes lâminas de irrigação. A partir dos 40 DAE (floração) até 54 DAE (R8 - enchimento de vagens) o comportamento deste parâmetro em relação às lâminas críticas de irrigação apresentou um comportamento linear (tabela 1). Nesses dias a redução de altura entre as plantas dos tratamentos de 100% da Etc ac e 25% da Etc ac foi de 22 e 30%, respectivamente (figura 1B). A primeira avaliação de fotossíntese, realizada aos 24 DAE, não apresentou diferença estatística significativa entre os tratamentos, o que deve-se ao fato desta avaliação anteceder a data de início de aplicação dos tratamentos de manejo de irrigação às plantas. Aos 30 DAE e para os demais dias de avaliações, houve diferenças significativas nos valores de fotossíntese entre os tratamentos de irrigação. O valor máximo de fotossíntese ($26,77 \mu\text{mol CO}_2/\text{m}^2\text{s}$) foi observado nas plantas com manejo de irrigação de 100% da ETC ac, aos 33 DAE (final do período vegetativo, figura 2), e o menor valor de fotossíntese foi observado aos 69 DAE (R9 - maturação) nas plantas manejadas com lâmina crítica de irrigação de 25% da ETC ac. A redução na quantidade de água de irrigação aplicada às plantas de feijão ocasiona reduções nos valores de fotossíntese. Pinto (2006), estudando as relações hídricas do amendoim encontrou resultados semelhantes, quando ciclos de secagem do solo causaram reduções na taxa fotossintética das plantas.

CONCLUSÕES: A redução das lâminas de irrigação de 100% para 25% da evapotranspiração da cultura acumulada causou reduções na área foliar das plantas de feijão a partir dos 35 dias após emergência (final do período vegetativo), redução na altura das plantas

no período entre 40 e 54 dias após emergência (pré-floração e floração) e reduções na fotossíntese a partir dos 30 dias após emergência (período vegetativo).

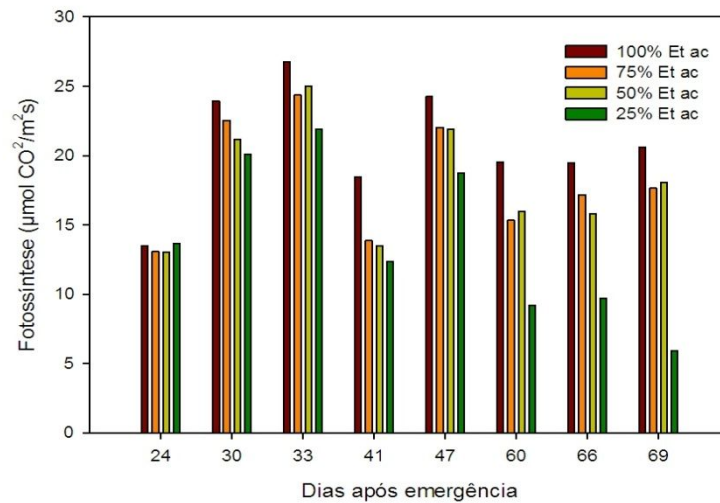


Figura 2: Valores médios de fotossíntese das plantas de feijão, durante o ciclo de desenvolvimento da cultura, com manejo de irrigação de 25, 50, 75 e 100% da evapotranspiração acumulada (Etc ac). Santa Maria, RS, 2011.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 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, Rome, Italy, 300 pp, 1998.
- BASTOS, E. A.; RODRIGUES, B. H. N.; ANDRADE JÚNIOR, A. S.; CARDOSO, M. J. Parâmetros de crescimento do feijão caupi sob diferentes regimes hídricos. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.22, n.1, p.43-50, 2002.
- BERGAMASCHI, H. **Desenvolvimento de déficit hídrico em culturas**. In: Bergamaschi, H. (Coord.). *Agrometeorologia Aplicada à Irrigação*. Porto Alegre, Editora da Universidade/UFRGS. 1992. p.25-32.
- CARLESSO, R.; JADOWSKI, S. O.; MAGGI, M. F.; PETRY, M.; WOLSHICK, D. Efeito da lâmina de Irrigação na senescência foliar do feijoeiro. **Irriga**, Botucatu, v. 12, n. 4, p. 545-556, out./dez. 2007.
- Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento de safra brasileira: grãos, Quarto levantamento**, janeiro 2011/Companhia Nacional de Abastecimento. – Brasília: Conab, 2011.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília-DF: Ministério da Agricultura e do Abastecimento, 1999.
- MORENO, J. A. **Clima do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre-RS: Secretaria de Agricultura, 1961. 42p.
- NEUMANN, P. M. The role of cell wall adjustment in plant resistance to water deficits. **Crop Science**, Madi
- PINTO, C. M. Respostas morfológicas do amendoim, gergelim e mamona a ciclos de deficiência hídrica. Fortaleza, 2006. 80f. **Dissertação** (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal do Ceará, UFC.
- SANTOS, M. G. et al. Photosynthetic parameters and leaf water potencial of Five common beans genotypes under mild water déficit. **Biologia Plantarum**, v. 53, n. 2, p. 229-236, 2009.