

INFLUÊNCIA DO REGIME HÍDRICO EM PLANTAS DE MILHO

Arielle Gonçalves Abdala⁽¹⁾, Gabriel Henrique Ferreira de Lima⁽¹⁾, Victor Luiz Gonçalves Pereira⁽¹⁾, Millena Ramos dos Santos⁽¹⁾, Victor Alves Amorim⁽¹⁾, Larissa Pacheco Borges⁽¹⁾, Fábio Santos Matos⁽¹⁾.

⁽¹⁾Grupo de pesquisa Fisiologia da Produção Vegetal - Universidade Estadual de Goiás, Campus Sudeste, UnU-Ipameri, Rodovia Go 330, Km 241, Anel Viário S/N, CEP: 75780-000, Ipameri, GO.

RESUMO

O presente estudo teve como objetivo identificar o efeito da disponibilidade hídrica no crescimento de plantas de milho. O trabalho foi conduzido sob bancada em casa de vegetação na Universidade Estadual de Goiás, Campus Sudeste, UnU-Ipameri. Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado com seis tratamentos e seis repetições. Após a emergência e desenvolvimento inicial (23 DAE), as plantas foram irrigadas com volumes de água referentes a 25%, 50%, 75%, 100%, 200% e 400% da evapotranspiração diária. Aos 31 DAE as seguintes variáveis foram analisadas: área foliar, biomassa total, razão de massa radicular (RMR), razão de massa caulinar (RMC), razão de massa foliar (RMF), teor relativo de água (TRA) e taxa de transpiração. As plantas de milho sob limitação e excesso de água apresentaram redução da parte aérea como estratégias de adaptação das plantas ao estresse. Além disso, sob déficit hídrico, as plantas tiveram maior crescimento radicular para maximizar a absorção de água do solo, mas em ambos os estresses as plantas demonstraram crescimento vegetativo reduzido, o que implica estabelecimento retardado, demonstrando assim suscetibilidade ao déficit hídrico e a inundação.

Palavras-chave: *Zea mays*, inundação, deficiência hídrica.

INFLUENCE OF THE WATER REGIME IN MAIZE PLANTS

SUMMARY

The present study aimed to identify the effect of water availability on the growth of corn plants. The work was carried out under a bench in a greenhouse at the State University of Goiás, Câmpus Ipameri. A completely randomized design with six treatments and six replications was used. After emergence and initial development (23 DAE), the plants were irrigated with water volumes referring to 25%, 50%, 75%, 100%, 200% and 400% of daily evapotranspiration. At 31 DAE the following variables were analyzed: leaf area, total biomass, root mass ratio (RMR), stem mass ratio (SMR), leaf mass ratio (LMR), relative water content (RWC) and sweating rate. Corn plants under limitation and excess water showed a reduction in the aerial part as strategies for adapting plants to stress. In addition, under water deficit, plants had greater root growth to maximize the absorption of water from the soil, but in both stresses the plants showed reduced vegetative growth, which implies delayed establishment, thus demonstrating an average susceptibility to water deficit and flooding.

Key-words: *Zea mays*, flood, water deficiency.

INTRODUÇÃO

O Brasil é um dos países que possuem a maior área agrícola cultivada do mundo estimada em 62,82 mil hectares (CONAB, 2018). O milho (*Zea mays*) é um dos cereais de maior importância socioeconômica do mundo por estar envolvido na geração de emprego, geração de renda e alimentação. O milho é importante na alimentação humana e animal através do uso em pratos típicos da culinária brasileira e rações pela riqueza em nutrientes e proteínas (MUTLU et al., 2018). Os principais produtores mundiais desse cereal são os Estados Unidos e China, seguido do Brasil em terceiro lugar (FAOSTAT, 2019).

A companhia Nacional de Abastecimento (2019) realizou um levantamento na produtividade da safra 2018/2019 que estimou 99,984 milhões de toneladas de milho. O sucesso dessa produção se dá principalmente pelo clima e localização favorável, além da inclusão de novas tecnologias, que ocasionam no aumento significativo da produtividade (CONAB, 2019). As principais regiões produtoras do país são Centro-Oeste e Sul e se destaca os estados do Mato Grosso, Paraná, Mato Grosso do Sul e Goiás.

No Brasil o milho é cultivado no período de safra sob elevado volume hídrico e safrinha quando a disponibilidade de água é limitada e, dessa forma, a espécie está sujeita a períodos intermitentes de inundação e déficit hídrico. A água é o recurso mais abundante e limitante para a produção agrícola, pois participa das reações metabólicas da planta. O excesso de água e a restrição deste recurso pode limitar o estabelecimento e crescimento de plantas de milho pelo déficit hídrico (ANDREA et al., 2018). Um dos principais fatores que causam restrição à produção agrícola é a variação na disponibilidade hídrica, sendo considerada uma restrição primária, visto que a mesma vem comprometendo o rendimento e a qualidade dos cereais produzidos, como o milho (DEJEONGE et al., 2015; SANTANA et al., 2017).

O suprimento hídrico para a cultura do milho pode afetar totalmente a produtividade, tornando-se necessário a compreensão da planta em resposta ao regime hídrico. Deste modo, o estudo é fundamental para detectar as respostas morfológicas da planta para maior desenvolvimento agrícola e geração de novas tecnologias.

OBJETIVOS

O presente estudo teve como objetivo identificar o efeito da disponibilidade hídrica no crescimento de plantas de milho.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido sobre bancada em casa de vegetação coberta com plástico transparente e laterais com sombrite que interceptam 50% da radiação solar na Universidade Estadual de Goiás, Campus Sudeste, UnU-Ipameri (Lat. 70° 43' 19"S, Long. 48° 09' 35"W, altitude de 773 m, Ipameri, Goiás, Brasil). Essa região possui clima tropical com inverno seco e verão úmido (Aw) de acordo com a classificação de Köppen.

Foram plantadas quatro sementes de milho em cada vaso de polietileno contendo 8 kg de substrato composto por solo, areia e esterco na proporção de 3:1:1, respectivamente. As mudas foram inicialmente irrigadas diariamente com volume de água correspondente a 100% da evapotranspiração diária até os 23 dias após a emergência (DAE). Aos 23 DAE, houve o desbaste das plantas deixando somente a planta de maior vigor no vaso e nesta mesma idade os tratamentos foram impostos durante oito dias. Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado com seis tratamentos e seis repetições. Após a emergência e desenvolvimento inicial (23 DAE), as plantas foram irrigadas com volumes de água referentes a 25%, 50%, 75%, 100%, 200% e 400% da evapotranspiração diária.

Aos 31 DAE as seguintes variáveis foram analisadas: número de folhas, altura de planta, biomassa total, razão de massa radicular (RMR), razão de massa caulinar (RMC), razão de massa foliar (RMF), teor relativo de água (TRA), taxa de transpiração.

As variáveis foram submetidas à análise de regressão utilizando o software SigmaPlot10 (SYSSTAT, 2006). A análise multivariada foi feita por meio da regressão múltipla utilizando a seleção do modelo *forward stepwise* (SOKAL e ROLF, 1995) e o software STATISTICA (STATSOFT, 2007).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados referentes ao teor relativo de água (TRA), transpiração, biomassa e razão de massa radicular foram ajustados seguindo o modelo quadrático de regressão enquanto a área foliar se ajustou a um modelo linear. Os resultados permitiram comprovar aumento significativo para TRA e transpiração a medida que se aumentava o regime hídrico até o ponto máximo de 262% e 306% com um acréscimo de 339%, 900%, respectivamente em relação à testemunha. Sob inundação pode-se constatar diminuição do TRA e da transpiração na ordem de 21% e 9% respectivamente quando comparadas ao ponto máximo. Já em relação a área foliar foi observado uma redução linear à medida que se diminuía o regime hídrico. A área foliar reduziu em torno de 422% com suspensão total de irrigação quando comparada ao maior regime hídrico utilizado (Figura 1).

A redução da disponibilidade hídrica pode limitar o crescimento das plantas por proporcionar restrições no alongamento e divisão celular afetando negativamente seu crescimento (SCHULZE et al., 2019). A redução da parte aérea é uma das estratégias de adaptação das plantas ao estresse hídrico. De fato, a área foliar é determinante na transpiração e uma das primeiras respostas das plantas ao déficit hídrico é reduzir a área foliar (CRUZ et al., 2019). Essa situação pode indicar que a espécie possui elevada sensibilidade às condições hídricas do solo, sendo uma forma de tolerância a deficiência hídrica no solo por conservar a água na planta. De acordo com Souza, (2015) o déficit hídrico acarreta em perdas contínuas no fluxo de água, ocorrendo inicialmente o murchamento de folhas e redução da área foliar.

Enquanto que a deficiência hídrica reduz a taxa transpiratória nas plantas de milho, o aumento da disponibilidade hídrica aumenta a mesma taxa transpiratória, todavia ao ocorrer um excesso de água a mesma tende a reduzir sua transpiração, como ocorre em situações de deficiência hídrica. Houve uma redução na transpiração quando o regime hídrico imposto se aproximava de 400%. Este resultado corrobora com os encontrados por Padilha et al. (2016) que relatou baixa condutância estomática e conseqüentemente menor transpiração em ambientes inundados.

O conteúdo de água nas folhas foi afetado pelas condições hídricas impostas. A redução do TRA nos tecidos foliares à medida que se intensifica o déficit hídrico, sugere que a planta passou por uma desidratação do protoplasma, podendo ter prejudicado os processos vitais de crescimento celular. Em situação de inundação também ocorre evento semelhante. Apesar das plantas de milho não conseguirem manter o status na folha, elas utilizaram de outros mecanismos para sobrevivência, como o ajuste de área foliar para minimizar as perdas e aclimatar-se à nova condição.

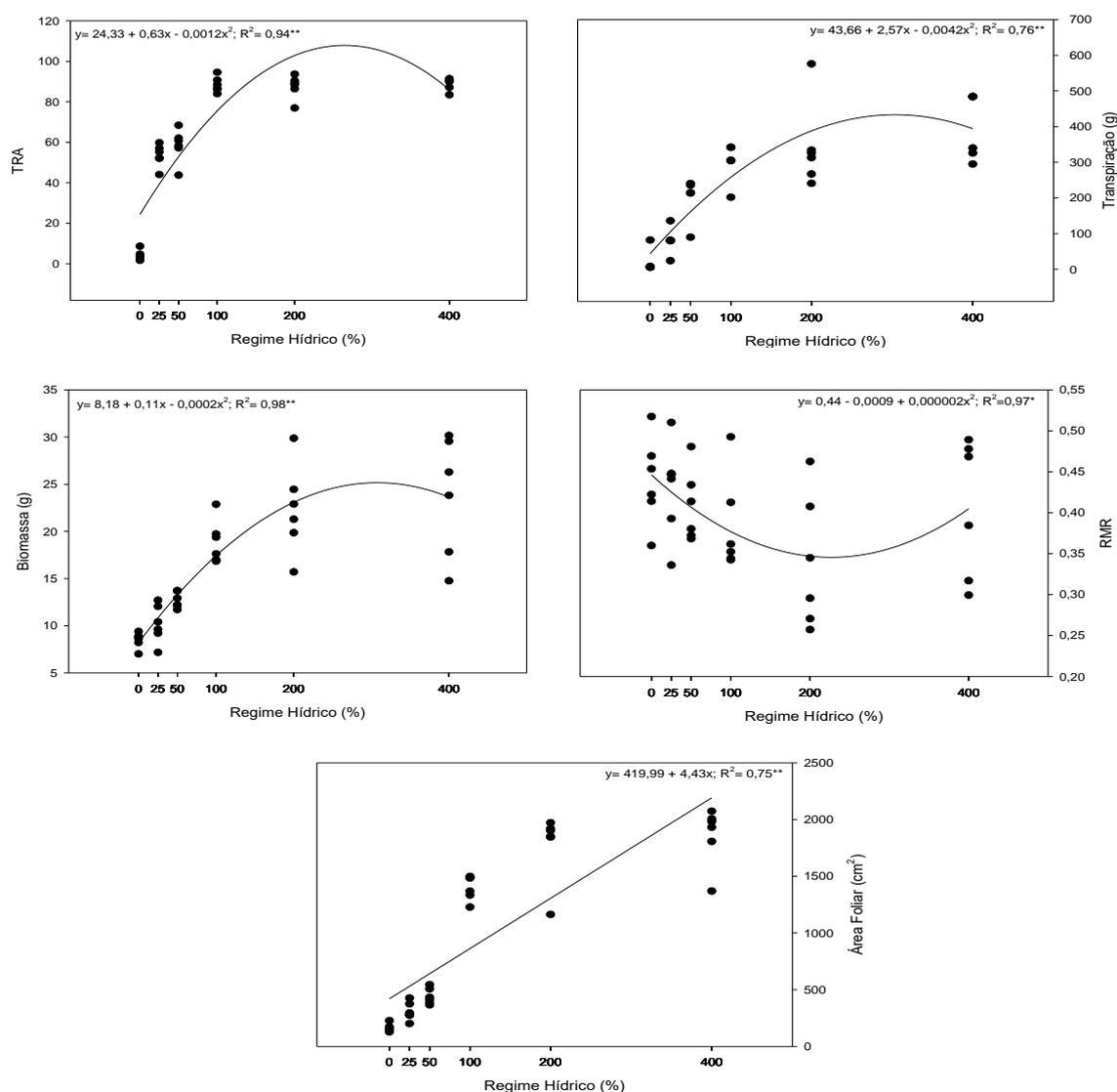


Figura 1. Regressão para as variáveis teor relativo de água (TRA), transpiração, biomassa, razão de massa radicular e área foliar de plantas de milho sob diferentes regimes hídricos.

Com isto, pode-se constatar que a diminuição da transpiração pode ter ocorrido simplesmente pela menor área foliar destas plantas submetidas a deficiência hídrica, ou seja, pela diminuição da superfície transpirante. Resultado diferente foi encontrado em plantas de

mamona, o qual possui maior controle estomático permitindo sobreviver bem no solo com baixa disponibilidade hídrica. (SANTOS et al., 2017).

Para a biomassa, o ponto máximo encontrado foi no regime hídrico de 275% com aumento de 185% em relação à testemunha. A maior RMR, foi encontrada quando as plantas estavam com suspensão hídrica e também quando estavam na presença do maior regime hídrico utilizado (Figura 1). A redução da biomassa total em condição de estresse hídrico é evento comum em diversas espécies (MATOS et al., 2014; MATOS et al., 2018). A menor área foliar e a senescência foliar influenciam a taxa de assimilação líquida de carbono em plantas submetidas a deficiência hídrica, resultando em menor taxa de assimilação cumulativa de carbono e, conseqüentemente, menor acúmulo de biomassa total, tanto para condições de deficiência hídrica quanto para condições de inundação.

O maior acúmulo de biomassa ocorreu no sistema radicular quando as plantas de milho foram submetidas aos menores níveis hídricos (déficit hídrico). Taiz e Zeiger (2013) declaram que, um ligeiro ressecamento do solo, resulta em um aumento da concentração de ácido abscísico (ABA), o hormônio dos estresses abióticos, o que pode promover o crescimento e a formação de raízes laterais. Isto explica o motivo pelo qual a planta investe mais no sistema radicular em situações de deficiência hídrica, afim de buscar água e nutriente em profundidades maiores. Este resultado corrobora com os encontrados por Matos et al. (2014), em que foi verificado maior acúmulo de massa seca no sistema radicular nas plantas sob déficit hídrico.

CONCLUSÃO

As plantas de milho sob restrição hídrica demonstraram maior crescimento do sistema radicular para maximizar a absorção da solução do solo, mas esta alteração morfofisiológica ocorreu às custas de menor crescimento da parte aérea. Sob excesso de água as plantas demonstraram atraso no crescimento e estabelecimento, no entanto, os danos ao crescimento foram bem menos acentuados que sob deficiência hídrica.

LITERATURA CITADA

- ANDREA, M. C. D. S.; BOOTE, K. J.; SENTELHAS, P. C.; ROMANELLI, T. L. Variability and limitations of maize production in Brazil: Potential yield, water-limited yield and yield gaps. **Agricultural systems**, v. 165, p. 264-273, 2018.
- CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. Observatório Agrícola. Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos. Safra 2016/2017, v.5, n.4, quarto levantamento, jan. 2018.
- CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. Observatório Agrícola. Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos. Safra 2019/2020, v.1, quarto levantamento, jan. 2019.
- CRUZ, Y. C. C.; SCARPA, A. L. M.; PEREIRA, M. P.; DE CASTRO, E. M.; PEREIRA, F. J. Growth of *Typha domingensis* as related to leaf physiological and anatomical modifications under drought conditions. **Acta Physiologiae Plantarum**, v. 41, n. 64, p. 01- 09, 2019.
- DEJONGE, K. C.; TAGHVAEIAN, S.; TROUT, T. J.; COMAS, L. H. Comparison of canopy temperature-based water stress indices formaize. **Agricultural Water Management**, v. 156, p. 51-62, 2015.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS - FAO FAOSTAT. <http://www.faostat.fao.org>. Acesso em 25/11/2019.

- MATOS, F. S.; CARVALHO, D. D. C.; SOUZA, A. C.; NEVES, T. G.; RIBEIRO, R. P.; CRUVINEL, C. K. L.; ROSA, V. R.; SANTOS, P. G. D. Viabilidade agrônômica do consórcio entre pinhão manso e soja. **Revista Agrarian**, v. 7, n. 24, p. 226-232, 2014.
- MATOS, F. S.; CIAPPINA, A. L.; ROCHA, E. C.; ALMEIDA, L. M. Fatores que influenciam na produção de látex de *Jatropha curcas* L. **Bragantia**, v. 77, n. 1, p. 74-82, 2018.
- MUTLU, C.; ARSLAN-TONTUL, S.; CANDAL, C.; KILIC, O.; ERBAS, M. Physicochemical, Thermal, and Sensory Properties of Blue Corn (*Zea Mays* L.). **Journal of food science**, v. 83, n. 1, p. 53-59, 2018.
- PADILHA, N. S.; SILVA, C. J.; PEREIRA, S. B.; SILVA, J. A. N.; HEID, D. M.; BOTTEGA, S. P.; SCALON, S. P. Q. Crescimento inicial do pinhão-manso submetido a diferentes regimes hídricos em latossolo vermelho distrófico. **Ciência Florestal**, v. 26, n. 2, p. 513-521, 2016.
- SANTANA, M. C. B.; BASTOS, E. A.; CARDOSO, M. J.; de ANDRADE JUNIOR, A. S.; TARDIN, F. D.; de MENEZES, C. B. Produtividade de grãos e parâmetros fisiológicos de sorgo granífero sob deficiência hídrica e irrigação plena. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 16, n. 3, p. 361-372, 2017.
- SANTOS, C. M.; ENDRES, L.; FERREIRA, V. M.; SILVA, J. V.; ROLIM, E. V.; WANDERLEY FILHO, H. C. Photosynthetic capacity and water use efficiency in *Ricinus communis* (L.) under drought stress in semi-humid and semi-arid areas. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 89, n. 4, p. 3015-3029, 2017.
- SCHULZE, E. D.; BECK, E.; BUCHMANN, N.; CLEMENS, S.; MÜLLER-HOHENSTEIN, K.; SCHERER-LORENZEN, M. Water Deficiency (Drought). In: *Plant Ecology*. Springer, Berlin, Heidelberg, 2019. p. 165-202.
- SOKAL, R. R.; ROHLF, F. J. **The principles and practice of statistics in biological research**. San Francisco: WH Freeman and company, Fourth edition, p. 222-223, 1969.
- SOUZA, B. R.; FREITAS, I. A. S.; LOPES, V. A.; ROSA, V. R.; MATOS, F. S. Growth of Eucalyptus plants irrigated with saline water. **African Journal of Agricultural Research**, v. 10, p. 1091-1096, 2015.
- STATSOFT, INC. **Statistica** (data analysis software system). version 7. 2007. Disponível em: < <http://www.statsoft.com/Products/STATISTICA-Features>> acesso em 17 jun. 2019
- SYSSTAT SOFTWARE, INC– SSI. **SigmaPlot for Windows**. version 10. 2006. Disponível em: < <https://systatsoftware.com/products/sigmaplot/>> acesso em 17 jun. 2019
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5 ed. Porto Alegre: Artmed, 918 p. 2013.