

## DESEMPENHO DE PLANTAS SORGO SUBMETIDAS À VARIAÇÃO DA TEMPERATURA DA FOLHA E DO POTENCIAL HÍDRICO

PEDRO ABEL VIEIRA JÚNIOR<sup>17</sup>, DURVAL DOURADO NETO<sup>27</sup>, RICARDO FERRAZ DE OLIVEIRA<sup>3,7</sup>, LÁZARO EUSTÁQUIO PEREIRA PERES<sup>4,7</sup>, THOMAS NEWTON MARTIN<sup>5,7</sup>  
PAULO AUGUSTO MANFRON<sup>6,7</sup>, REINALDO ANTÔNIO GARCIA BONNECARRÈRE<sup>5,7</sup>

**RESUMO** - Com o objetivo de avaliar o comportamento diário do  $\Psi_{\text{folha}}$  em plantas de sorgo submetidas a estresse hídrico, relacionando com a temperatura foliar, instalou-se um experimento em área pertencente ao Departamento de Fisiologia Vegetal (ESALQ/USP). Cultivou-se cinco plantas de cada uma das culturas em vasos individuais possuindo volumes de 10 litros de solo com densidades semelhantes. As plantas foram mantidas em capacidade de campo até o estágio fenológico de quatro folhas. Após, foi suspensa a irrigação e monitorado, diariamente às 6:00, 9:00, 12:00, 15:00 e 18:00 horas, a temperatura ambiente ( $T_{\text{am}}$ , °C), o potencial hídrico da folha ( $\Psi_{\text{folha}}$ , MPa) e a temperatura sobre a lâmina foliar ( $T_{\text{fo ext}}$ , °C) até próximo ao ponto de murcha. A medida da temperatura ambiente foi obtida próxima aos vasos e as medidas dos demais parâmetros na quarta folha. Nas plantas que apresentavam enrolamento das folhas foi medida a temperatura interna ao enrolamento ( $T_{\text{foint}}$ , °C). Com o propósito de verificar o comportamento diário do potencial hídrico, foram calculadas as médias horárias dos  $\Psi_{\text{folha}}$  para ambas as espécies considerando todo o período. Com o propósito de verificar a relação entre o  $\Psi_{\text{folha}}$  e a temperatura foliar, foram calculadas as diferenças entre as  $T_{\text{am}}$  e as  $T_{\text{fo ext}}$  e  $T_{\text{foint}}$ , relacionado-as aos respectivos  $\Psi_{\text{folha}}$ . As plantas de sorgo apresentaram menor potencial hídrico às 15 horas (-0,9 Mpa), sendo que o período das 13 às 15 horas encontra-se o potencial mais negativo. A relação entre a temperatura da folha e o potencial hídrico não foi significativo. Porém, a temperatura interna da folha é inferior à temperatura externa, tornando-se um mecanismo de proteção que permite à planta a manutenção de seu metabolismo.

---

<sup>1</sup> Pesquisador, M.Sc., Embrapa SNT EN Sete Lagoas, C.P. 151, CEP 35.900-470, Sete Lagoas, MG, [pavieira@cnpmc.embrapa.br](mailto:pavieira@cnpmc.embrapa.br);

<sup>2</sup> Prof. Associado, Dr., Departamento de Fitotecnia, Esalq/USP, C.P. 9, CEP 13.418-900, Piracicaba, SP, Autor para correspondência: [dourado@esalq.usp.br](mailto:dourado@esalq.usp.br);

<sup>3</sup> Prof. Associado, Dr., Departamento de Fisiologia Vegetal, Esalq/USP, C.P. 9, CEP 13.418-900, Piracicaba, SP, [rfolivei@esalq.usp.br](mailto:rfolivei@esalq.usp.br);

<sup>4</sup> Prof. Associado, Dr., Departamento de Fisiologia Vegetal, Esalq/USP, C.P. 9, CEP 13.418-900, Piracicaba, SP, P, [lazaropp@esalq.usp.br](mailto:lazaropp@esalq.usp.br);

<sup>5</sup> Eng. Agr., M.Sc., doutorando do programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, Esalq/USP, Piracicaba, SP, [martin@esalq.usp.br](mailto:martin@esalq.usp.br);

<sup>6</sup> Prof. Titular, Dr., Departamento de Fitotecnia, UFSM. CEP 97105-900, Santa Maria, RS. [manfrop@ufsm.br](mailto:manfrop@ufsm.br).

<sup>7</sup> Bolsista CNPq.

**Palavras-chave:** Água, anizohídrico, hizohídrico, *Sorghum bicolor*.

## **PERFORMANCE OF PLANTS SORGHUM SUBMITTED TO THE VARIATION OF THE TEMPERATURE OF THE LEAF AND POTENTIAL HYDRIC**

**ABSTRACT** - With the purpose to evaluate the daily behavior of leaf in plants of submitted sorghum it stress it hydric, relating with the foliar temperature, installed an experiment in area of Plant Physiology Department (ESALQ/USP). Soil with similar densities was cultivated five plants of each one of the cultures in individual vases having possessed volumes of 10 liters. The plants had been kept in capacity of field until the fenológico stadium of four leaves. After, she was suspended the monitored irrigation and, daily to the 6:00, 9:00, 12:00, 15:00 and 18:00 hours, the ambient temperature ( $T_{am}$ , °C), the hydric potential of the leaf ( $\Psi_{leaf}$ , MPa) and the temperature on the foliar blade ( $T_{foext}$ , °C) until next to the withering point. The measure of the ambient temperature was gotten next to the vases and the measures to the too much parameter in the fourth leaf. In the plants that presented rolling up of leaf was measured the internal temperature to the rolling up ( $T_{foint}$ , °C). Moreover, the internal temperature of the leaf is inferior to the external temperature, becoming a protection mechanism that allows to the plant the maintenance of its metabolism.

**Key words:** water, anizohídrico, hizohídrico, *Sorghum bicolor*.

## **INTRODUÇÃO**

O potencial de água na folha ( $\Psi_{folha}$ ) é um bom indicador do status de água na planta, sendo o seu monitoramento importante para decisões sobre irrigação, entretanto, atualmente, não há disponibilidade de métodos expeditos para determinação do  $\Psi_{folha}$  em campo (CGIAR, 2002). Valores, aproximados, do  $\Psi_{folha}$  de -0,5MPa, são considerados adequados para milho e sorgo, enquanto -0,8MPa inibe a fotossíntese e o crescimento de folhas e -1,5MPa é o ponto de murcha (SALAH & TARDIEU, 1997). Do total de água absorvida pela planta, cerca de 95% é utilizada para manter o equilíbrio térmico por transpiração, portanto, a variação na transpiração afeta diretamente a temperatura da planta, notadamente, a temperatura foliar (QIU, 2000). O controle de água na planta é realizado, principalmente, pelos estômatos, cuja condutância é modulada, em geral, pela diferença na pressão de vapor entre o ambiente e a planta e por sinalizadores endógenos, notadamente ácido abscísico (WENSUO *et al*, 1996). Quanto à variação diária no  $\Psi_{folha}$ , existem plantas, classificadas como anisohídricas, que apresentam ampla variação diária segundo a variação da condutância estomática e plantas com menor amplitude diária no  $\Psi_{folha}$  independente da condutância estomática, classificadas como isohídricas. No caso das primeiras, a exemplo do sorgo, o comportamento sugere que os sinais para regulação da condutância estomática provem principalmente da parte aérea, provavelmente acúmulo de ABA. Já no caso da segunda classe, a exemplo do milho, que promove ajustamento osmótico celular na parte aérea, os sinais provem

principalmente da raiz (SALAH & TARDIEU, 1997). Considerando o exposto, os objetivos desse trabalho foram avaliar o comportamento diário do  $\Psi_{\text{folha}}$  em plantas de sorgo submetidas a estresse hídrico, relacionando-o com as temperaturas foliar e ambiente.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em casa de vegetação com cobertura de polipropileno transparente, sem controle de parâmetros do ambiente como temperatura, umidade relativa e radiação, entre os dias 10/09/2003 e 01/12/2003. Para tanto, cinco plantas de sorgo, foram cultivadas, individualmente, em 10 vasos contendo 10 litros de solo com densidades semelhantes. No estágio fenológico de quatro folhas foi adicionado 0,2kg de nitrogênio na forma de sulfato de amônio em todos os vasos. As plantas foram mantidas em capacidade de campo até o estágio fenológico de quatro folhas, quando foi suspensa a irrigação e monitorado, com emprego de termopar, diariamente às 6:00, 9:00, 12:00, 15:00 e 18:00 a temperatura do ambiente ( $T_{\text{am}}$ , °C) a cerca de 0,3 m dos vasos. Concomitantemente, com emprego de termômetro de infra-vermelho, foram medidas as temperatura sobre a lâmina foliar ( $T_{\text{foext}}$ , °C) da quarta folha. Nas plantas que apresentavam enrolamento das folhas, além da temperatura sobre a lâmina foliar ( $T_{\text{foext}}$ , °C), foram medidas as temperaturas internas ao enrolamento ( $T_{\text{foint}}$ , °C) das folhas. Imediatamente após as medidas de temperaturas, foram coletadas amostras circulares com 0,03m de diâmetro da terceira folha para determinação do potencial hídrico da folha ( $\Psi_{\text{folha}}$ , MPa). Para tanto, as amostras de folha foram mantidas por seis horas em câmaras hermeticamente fechadas conectadas a psicrometro de termopar (Modelo SC-10 A, Decagom Devices Inc.) e, após esse período procedeu-se às leituras de potencial hídrico na folha ( $\Psi_{\text{folha}}$ , MPa). As leituras de temperatura e potencial hídrico foram realizadas diariamente nos horários descritos até próximo do ponto de murcha permanente (-1500 Mpa). Com o propósito de verificar o comportamento diário do potencial hídrico da folha ( $\Psi_{\text{folha}}$ , MPa), foram calculadas as médias horárias dos potenciais, considerando todo o período. Com o propósito de verificar a relação entre o potencial hídrico ( $\Psi_{\text{folha}}$ , MPa) e a temperatura foliar, foram calculadas as diferenças entre as temperaturas ambiente ( $T_{\text{am}}$ , °C) e as temperaturas externas ( $T_{\text{foext}}$ , °C) e interna ( $T_{\text{foint}}$ , °C) das folhas, sendo essas diferenças relacionadas aos respectivos potenciais hídricos ( $\Psi_{\text{folha}}$ , MPa) com emprego do análise de correlação ( $r^2$ , %) à 5% de probabilidade.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados de  $\Psi_{\text{folha}}$  obtidos (Figuras 1, a e c) contrariam os autores que distinguem comportamento anisohídrico para sorgo sendo que o menor potencial hídrico para o sorgo foi de -0,9Mpa obtido por volta das 15 horas. Os resultados podem ser conseqüências do cultivo envasado,

o qual afeta o crescimento do sistema radicular e a produção de sinalizadores importantes ao comportamento isohídrico, a exemplo de ABA (SALAH & TARDIEU, 1997). O potencial hídrico mais negativo durante o dia para ambas as culturas foi atingido por volta das 15 horas em todos os 13 dias avaliados, seguindo aproximadamente o mesmo padrão. Os potenciais hídricos da folha, médios para os 13 dias estão representados na figura 1 (a). O fato do potencial hídrico das folhas serem mais inferiores às 15 horas é devido à temperatura diária ser mais elevada nesse mesmo horário (Figura 1, d). No caso do sorgo, apenas no primeiro dia a  $T_{foext}$  no pré-amanhecer foi superior à  $T_{am}$ , ficando inferior à  $T_{am}$  até o quinto dia. Considerando que a faixa adequada de temperatura para ambas as espécies está entre 25 e 30°C, o comportamento observado das  $T_{foext}$  é coerente, pois, nas primeiras horas, notadamente quando a  $T_{am}$  é inferior à 25°C, a planta tende a manter sua temperatura superior à  $T_{am}$  e, quando a  $T_{am}$  ultrapassa 30°C, a planta tende a resfriar por transpiração. Após o nono dia quando os  $\Psi_{folha}$  tornaram-se inadequados, contrario a manutenção da faixa ótima de temperatura na planta, as  $T_{foext}$  foram superiores às  $T_{am}$  em até 4,50°C, no décimo primeiro dia, para o sorgo. O fato é explicado pelo déficit hídrico, o qual reduz a condutância estomática, a evaporação e, conseqüentemente, a capacidade de resfriamento da planta. O sorgo possui o mecanismo de enrolamento não é tão pronunciado, pois, apenas após o 11º dia a planta demonstrou-o, sendo que a  $T_{foint}$  foi apenas 0,99°C inferior a  $T_{foext}$ . PORTO *et al.* (1998), estudando os efeitos do déficit hídrico em parâmetros fisiológicos de folhas de sorgo, cultivadas em vasos dentro de casa de vegetação, verificou que o potencial de água na folha manteve-se seguindo uma tendência de estabilidade até o quarto dia, com valores entre -0,58 a -0,95 MPa para os tratamentos irrigados e estressados. A partir do quarto dia, o potencial de água na folha das plantas estressadas começou a baixar (mais negativo), atingindo valores de -2,75 MPa entre o oitavo e o nono dia. Em contra partida as plantas que eram mantidas irrigadas, o potencial hídrico baixou gradativamente com baixa intensidade e somente a partir do sexto dia até o nono os valores variaram de -1,0 a -1,3 MPa, a partir daí houve um abaixamento brusco até atingir -3,5 MPa. Com a reirrigação as plantas recuperaram-se rapidamente (24 horas), voltando ao potencial inicial da água nas folhas (-0,47MPa). Outros autores como SANCHE & KRAMER (1973), indicam que plantas de sorgo cultivadas em casa de vegetação o potencial hídrico das folhas variaram de -0,59 a -1,89MPa, em um período de estressamento, retornando aos níveis do pré-estresse após a irrigação (-0,58MPa) atingido em 48 horas. A relação inversa entre diferenças de temperatura e o  $\Psi_{folha}$  não foram significativas para o sorgo (Figura 1, f). As variações na condutância estomática das plantas de sorgo são mais amplas, o que promove um descompasso entre o  $\Psi_{folha}$  e a  $T_{foext}$ . Sendo o potencial hídrico uma medida do nível de da água da planta, quando ocorre uma elevação da radiação solar e conseqüentemente redução da energia, isso pode promover um ligeiro aumento do potencial hídrico da planta. Na figura 1 (e e f), estão representadas as diferenças de temperatura sobre a folha e as

temperaturas internas ao enrolamento (barra), para a cultura do sorgo. Desta forma verifica-se que a temperatura no interior da folha é inferior a temperatura sob a folha, dessa forma, a planta ao enrolar a folha exerce uma proteção para que alguns processos continuem ocorrendo, embora reduzidos. Na figura 1 (e), pode-se verificar que correlação negativa entre os valores de temperatura e potencial hídrico das folhas de sorgo. Sendo que para a cultura do sorgo (Figura 1, f), não houve correlações significativas.

## CONCLUSÃO

As plantas de sorgo apresentam o potencial hídrico mais negativo durante o período das 13 às 15 horas. A temperatura interna da folha é inferior à temperatura externa, tornando-se um mecanismo de proteção que permite à planta a manutenção de seu metabolismo.

## REFERÊNCIAS

CONSULTATIVE GROUP INTERNATIONAL AGRICULTURAL RESEARCH (CGIAR).

**Challenge program on water and food: background papers to full proposal.** Colombo, Sri Lanka: International Water Management Institute. 2002. 196p.

PORTO, C.A.L.; KLAR, A.E.; VASCONCELOS, J.V. Efeitos do déficit hídrico em parâmetros fisiológicos de folhas de sorgo (*Sorghum bicolor*, L.). **IRRIGA**, v.3, n.3, p.151-163, 1998.

QIU, G.Y.; MIYAMOTO, K.; SASE, S.; OKUSHIMA, L. Detection of crop transpiration and water stress by temperature-related approach under field and greenhouse conditions. **Japan Agricultural Research Quarterly**, v.34, n.1, p.29-37, 2000.

SALAH, H.B.H; TARDIEU, F. Control of leaf expansion rate of droughted maize plants under fluctuating evaporative demand. **Plant Physiology**, v.114, p.893-900, 1997.

SANCHEZ-DIAZ, M.F., KRAMER, P.J. Turgor differences and water stress in maize and sorghum leaves during drought and recovery. **Journal of Experimental Botanic**, v.24, p.511-515, 1973.

WENSUO, J.; JIANHUA, Z.; DA-PENG, Z. Metabolism of xilem-delivered ABA in relation to ABA flux and concentration in leaves of maize and *Commelia communis*. **Journal of Experimental Botany**, v.47, n. 301, p.1085-1091, 1996.



Figura 1. Potenciais hídricos diários ( $\Psi_{\text{folha}}$ , MPa) **(a)** e temperatura ambiente ( $T_{\text{am}}$ , °C) **(b)**, média dos potenciais hídricos ( $\Psi_{\text{folha}}$ , MPa), na quarta folha **(c)**, temperaturas sobre a folha ( $T_{\text{fo ext}}$ , °C) **(d)**, diferenças (°C) entre as temperaturas ambiente, as temperaturas sobre a folha (linha) e as temperaturas interna ao enrolamento (barra) **(e)** e correlações ( $R^2$ ), significativas a 5% (\*), entre as médias dos potenciais hídricos na folha ( $\Psi_{\text{folha}}$ , MPa) e as diferenças entre as temperaturas ambiente ( $T_{\text{am}}$ , °C) e as temperaturas sobre a folha ( $T_{\text{fo ext}}$ , °C) **(f)** por 13 dias às 6:00, 9:00, 12:00, 15:00 e 18:00 na quarta folha em plantas envasadas de sorgo. Piracicaba, ESALQ/USP, 2004.