

POTENCIAL HÍDRICO E DA TEMPERATURA DA FOLHA DE MILHO SUBMETIDO A ESTRESSE.

PEDRO ABEL VIEIRA JÚNIOR¹⁷, DURVAL DOURADO NETO²⁷, RICARDO FERRAZ DE OLIVEIRA^{3,7}, LÁZARO EUSTÁQUIO PEREIRA PERES^{4,7}, THOMAS NEWTON MARTIN^{5,7}
PAULO AUGUSTO MANFRON^{6,7}, REINALDO ANTÔNIO GARCIA BONNECARRÈRE^{5,7}

RESUMO - Com o objetivo de avaliar o comportamento diário do Ψ_{folha} em plantas de milho e submetidas a estresse hídrico, relacionando com a temperatura foliar, instalou-se um experimento em área pertencente ao Departamento de Fisiologia Vegetal (ESALQ/USP). Cultivaram-se cinco plantas 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_{am} , °C), o potencial hídrico da folha (Ψ_{folha} , MPa) e a temperatura sobre a lâmina foliar ($T_{\text{fo ext}}$, °C) até próximo ao ponto de murcha. As plantas de milho variam o seu potencial hídrico de -0,3MPa até -0,8MPa, nos horários mais quentes do dia em média, sendo que o período das 13 às 15 horas encontra-se o potencial mais negativo. Apesar da significativa relação inversa entre a temperatura da folha e o seu potencial hídrico em milho, essa não apresenta acurácia suficiente para emprego da medida de temperatura no monitoramento do status hídrico da planta em cultivo irrigado. Além disso, 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.

Palavras-chave: Água, anizohídrico, hizohídrico, *Zea mays*.

¹ Pesquisador, M.Sc., Embrapa SNT EN Sete Lagoas, C.P. 151, CEP 35.900-470, Sete Lagoas, MG, pavieira@cnpms.embrapa.br;

² Prof. Associado, Dr., Departamento de Fitotecnia, Esalq/USP, C.P. 9, CEP 13.418-900, Piracicaba, SP, Autor para correspondência: dourado@esalq.usp.br;

³ Prof. Associado, Dr., Departamento de Fisiologia Vegetal, Esalq/USP, C.P. 9, CEP 13.418-900, Piracicaba, SP, rfolivei@esalq.usp.br;

⁴ Prof. Associado, Dr., Departamento de Fisiologia Vegetal, Esalq/USP, C.P. 9, CEP 13.418-900, Piracicaba, SP, P, lazaropp@esalq.usp.br;

⁵ Eng. Agr., M.Sc., doutorando do programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, Esalq/USP, Piracicaba, SP, martin@esalq.usp.br;

⁶ Prof. Titular, Dr., Departamento de Fitotecnia, UFSM. CEP 97105-900, Santa Maria, RS. manfrop@ufsm.br.

⁷ Bolsista CNPq.

POTENTIAL HÍDRICO AND TEMPERATURE OF THE MAIZE LEAF SUBMITTED THE STRESS

ABSTRACT - With the purpose to evaluate the daily behavior of leaf in plant of submitted maize 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 (Ψ_{leaf} , MPa) and the temperature on the foliar blade (T_{foext} , °C) until next to the withering point. The maize plants vary its hydric potential of -0,3MPa until -0,8MPa, in the schedules hottest of the day in average, being that the period of the 13 to the 15 hours meets the potential most negative. Despite the significant inverse relation the temperature of the leaf enters and its hydric potential in maize, this does not present enough acuracy for job of the measure of temperature in the monitorament of the hydric status of the plant in irrigated culture. 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, anizohydric, hizohydric, *Zea mays*.

INTRODUÇÃO

O potencial de água na folha (Ψ_{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 Ψ_{folha} em campo (CGIAR, 2002). Valores, aproximados, do Ψ_{folha} de -0,5MPa, são considerados adequados para milho, enquanto -0,8MPa inibe a fotossíntese e o crescimento de folhas e -1,5MPa é o ponto de murcha (SALAH & TARDIEU, 1997). A reserva de água nas folhas é limitada e juntamente com a taxa potencial de transpiração, a regulação da abertura estomática para restringir os danos nos tecido, como resultado da desidratação é de grande importância para a planta (FERREIRA, 1997). Quanto à variação diária no Ψ_{folha} , existem plantas, classificadas como anisohídricas, que apresentam ampla variação diária segundo a variação da condutância estomática e plantas com menor amplitude diária no Ψ_{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 Ψ_{folha} em plantas de milho e 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 milho, 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_{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_{foext} , °C) da quarta folha. Nas plantas que apresentavam enrolamento das folhas, além da temperatura sobre a lâmina foliar (T_{foext} , °C), foram medidas as temperaturas internas ao enrolamento (T_{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 (Ψ_{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 (Ψ_{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 (Ψ_{folha} , MPa), foram calculadas as médias horárias dos potenciais para ambas espécies, considerando todo o período. Com o propósito de verificar a relação entre o potencial hídrico (Ψ_{folha} , MPa) e a temperatura foliar, foram calculadas as diferenças entre as temperaturas ambiente (T_{am} , °C) e as temperaturas externas (T_{foext} , °C) e interna (T_{foint} , °C) das folhas, sendo essas diferenças relacionadas aos respectivos potenciais hídricos (Ψ_{folha} , MPa) com emprego do análise de correlação (r^2 , %) à 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As plantas de milho variam o seu potencial hídrico de -0,2MPa até -1,3MPa, nos horários mais quentes do dia em média, sendo que o período das 13 às 15 horas encontra-se o potencial mais negativo

(Figura 1 a). 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. 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, b). As T_{foext} (Figura 1, e) foi simétricas às T_{am} , entretanto, até o terceiro dia, nas primeiras horas, as T_{foext} foram ligeiramente superiores à T_{am} , havendo inversão da diferença durante o dia, quando T_{foext} foi até 1,94°C inferior à T_{am} . Entre o terceiro e o sétimo dia, a T_{foext} foi inferior à T_{am} , chegando essa diferença a 2,41°C no quinto dia (Figura 1, e e f). Observa-se que o enrolamento das folhas representa uma alternativa da planta ao estresse, notadamente no caso do milho em que T_{foint} foram até 1,86°C inferiores à T_{foext} no 13º dia.

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). A relação inversa entre diferenças de temperatura e o Ψ_{folha} foram significativas para o milho (Figura 1, f). O fato pode ser atribuído à capacidade de ajustamento osmótico do milho, a qual reduz as variações na condutância estomática e, conseqüentemente, as variações na T_{foext} , hipótese corroborada pela menor amplitude nas diferenças de temperatura foliar, notadamente se considerada a T_{foint} . 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), estão representadas as diferenças de temperatura sobre a folha e as temperaturas internas ao enrolamento (barra), para a cultura de milho. 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 (f), pode-se verificar que correlação negativa entre os valores de temperatura e potencial hídrico das folhas

de milho. Sendo significativas para a cultura do milho (Figura 1 f), com valores acima de -85,41%, para leituras realizadas a partir das 9 horas.

CONCLUSÃO

Apesar da significativa relação inversa entre a temperatura da folha e o seu potencial hídrico em milho, essa não apresenta acurácia suficiente para emprego da medida de temperatura no monitoramento do status hídrico da planta em cultivo irrigado. Além disso, 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.

FERREIRA, V. M. **Aspectos de crescimento, nutrição e relações hídricas em dois genótipos de milho (*Zea mays* L.) em função da disponibilidade de água no solo.** Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Lavras, Lavras. 1997.

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.

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.

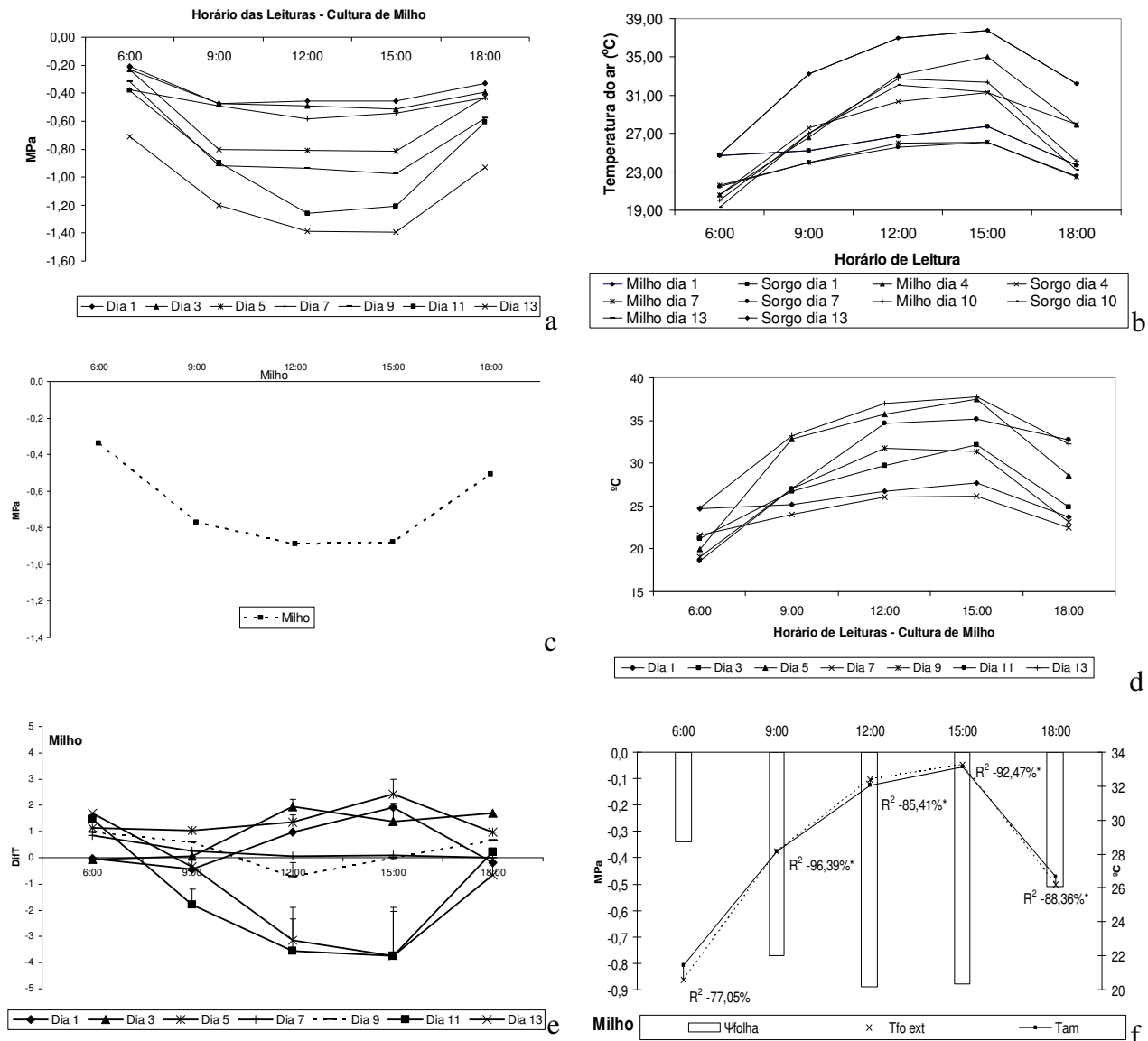


Figura 1. Potenciais hídricos diários (Ψ_{folha} , MPa) (a) e temperatura ambiente (T_{am} , °C) (b), média dos potenciais hídricos (Ψ_{folha} , MPa), na quarta folha (c), temperaturas sobre a folha ($T_{\text{fo ext}}$, °C) (d), diferenças (°C) entre as temperaturas ambiente, as temperaturas sobre a 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 (Ψ_{folha} , MPa) e as diferenças entre as temperaturas ambiente (T_{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 milho. Piracicaba, ESALQ/USP, 2004.