

## RELAÇÕES HÍDRICAS E FISIOLÓGICAS EM PLANTAS DE PIMENTÃO AO LONGO DE UM DIA

Sidnei Osmar Jadoski<sup>1</sup>

Antônio Evaldo Klar<sup>2</sup>

Elisabete Domingues Salvador<sup>3</sup>

### RESUMO

O experimento foi desenvolvido com o objetivo de avaliar o comportamento fisiológico de plantas de pimentão ao longo de um dia e verificar o melhor horário para a realização de determinações fisiológicas em plantas onde se deseja comparar o efeito do manejo diferenciado da disponibilidade hídrica. Avaliaram-se as características: resistência à difusão do vapor de água na folha ( $R_d$ ), condutância estomática ( $C_e$ ), transpiração, teor relativo de água na folha (TRA) e potencial de água na folha ( $Y_f$ ) das plantas de pimentão, além de temperatura e radiação solar fotossinteticamente ativa (PAR). Os resultados demonstraram que as plantas de pimentão apresentam alterações no mecanismo fisiológico em função das condições hidro-climáticas ocorrentes ao longo do dia. O horário entre 12h e 14h é o mais indicado para a realização de determinações fisiológicas em plantas onde se deseja comparar o efeito do manejo diferenciado da disponibilidade hídrica, devido ser intervalo onde as variações destas características são mínimas.

**Palavras-chave:** pimentão; umidade do solo; estresse hídrico

### ABSTRACT

The experiment was developed with the objective of evaluating the physiological characteristics of pepper plants during one day long and to verify the best

<sup>1</sup> Eng. Agr. Professor do Departamento de Agronomia da UNICENTRO. Fone: (42) 629 1444. CEP 85040-080. Guarapuava/PR. E-mail: [sjadoski@unicentro.br](mailto:sjadoski@unicentro.br)

<sup>2</sup> Eng. Agr. Professor do Departamento de Eng. Rural – Universidade Estadual Paulista - Unesp. Botucatu/SP. E-mail: [klar@fca.unesp.br](mailto:klar@fca.unesp.br)

<sup>3</sup> Eng. Agr. Professora do Departamento de Agronomia da UNICENTRO. Fone: (42) 629 1444. CEP 85040-080. Guarapuava/PR. E-mail: [elisabete\\_salvador@hotmail.com](mailto:elisabete_salvador@hotmail.com)

time to make the physiological determinations in plants when it is necessary to compare the effects of the differentiated handling of hydric availability. It was evaluated the following characteristics: the resistance to the diffusion of the water vapor on the leaf (Rd), stomatal conduction (Ce), transpiration, relative water content in the leaf (Rwc), water leaf potential (Yf), temperature and solar radiation photosynthetically active (PAR). It was concluded that the pepper plants suffered alterations in their physiological mechanism because of the hydrologic and the climatic variations during the day. The time from 12h to 14h is the most indicated to make physiological determinations in plants when it is necessary to compare the effects of the differentiated handling of hydric availability, because it is the interval when the variations of these characteristics are minimal.

**Key words:** pepper; soil humidity; hydric stress

## **INTRODUÇÃO**

Em agricultura o termo “seca” é amplamente utilizado para indicar a ocorrência de condições de deficiência hídrica no solo, na atmosfera, na planta, ou de forma geral envolvendo ambos. Para Nepomuceno et al. (2001), a tolerância à seca é uma característica onde mecanismos trabalham isoladamente ou em conjunto para evitar, ou tolerar períodos de deficiência hídrica.

Quando a água evapora das células do mesófilo, o potencial de água das células adjacentes à interface líquido-ar torna-se reduzido, o que faz com que a água das fontes de maior potencial distribuídas ao longo das plantas e do solo, se desloque em direção a esta. Como consequência do movimento da água através da planta e do solo ao longo de uma série de resistências, resultam gradientes de potencial, com maiores reduções onde o fluxo e as resistências são maiores. A redução do potencial de água no percurso do fluxo transpiratório determina a saída da água dos tecidos adjacentes aos vasos condutores, e como resultados destas perdas, os déficits de água se desenvolvem nos tecidos dos diferentes órgãos da planta (BEGG & TURNER, 1976).

À medida que a disponibilidade de água no solo diminui, a taxa de transpiração decresce como resultado do fechamento dos estômatos. Esse é um dos importantes mecanismos de defesa que as plantas apresentam contra perdas exageradas de água, e eventual morte por dessecação (GLENN et al., 2000). Uma das principais respostas das plantas ao déficit hídrico é o fechamento dos estômatos, e com isto, a diminuição do CO<sub>2</sub> para o mesófilo foliar, o que causa a queda da fotossíntese. Isto possibilita que avaliações fisiológicas, como as medidas de trocas gasosas, possam ser utilizadas para avaliar os efeitos da deficiência hídrica em plantas (SOUZA et al., 2001).

O estado da água nos diversos órgãos da planta é uma propriedade dinâmica, afetada pelo balanço entre a perda do vapor d'água pelas folhas para a atmosfera e a absorção de água pelas raízes. As taxas de transpiração, fotossíntese e de crescimento das plantas são afetadas pelas alterações no estado de água das folhas. Pode-se dizer que o valor mais simples e útil para caracterizar o 'status' de água nas plantas é o potencial de água (KLAR, 1984).

A condutância estomática pode ser entendida como um poderoso mecanismo fisiológico que as plantas vasculares possuem para o controle da transpiração. Segundo Turner (1986), as interações entre a água e os fatores bioquímicos da própria planta, com os edafoclimáticos que regem o fluxo e a demanda hídrica, são importantes na abertura e no fechamento dos estômatos, sendo determinadas pelo turgor das células-guarda e das células epidérmicas, considerando que as formas de defesa das plantas contra a desidratação são o controle da transpiração e o desenvolvimento de mecanismos de ajuste osmótico.

A resistência estomática é simultaneamente afetada por diversos fatores ambientais. Em folhas iluminadas, depende da temperatura do ar, do déficit de pressão do vapor, da concentração de CO<sub>2</sub> e do potencial de água no solo (PIMENTEL, 1999). Estes autores salientam que o aumento da radiação solar com a redução do potencial de água no solo causa aumento da resistência estomática.

Diversos estudos afirmam que a luz e a água são os dois fatores do ambiente que apresentam grande efeito no comportamento dos estômatos (SILVA et al., 1998). Por outro lado, Volpe et al. (1990) salientam que outros fatores inerentes à própria planta, como a dimensão, o número por unidade foliar e a distribuição dos estômatos nas folhas, conferem variações na resistência estomática, a qual é dependente da espécie, da cultivar, da posição na folha, da posição das folhas na planta e da superfície da folha (abaxial ou adaxial). Conforme Carlson et al. (1979), o potencial de água na folha mostra uma acentuada variação diurna, mesmo na ausência de estresse hídrico, decrescendo rapidamente do nascer do sol ao meio da tarde. Quando o potencial de água no solo é baixo, a abertura dos estômatos não é mais dependente da radiação solar, e sim, do potencial de água na folha, o qual é dependente da umidade do solo.

O conteúdo de água na planta pode ser aferido tanto pelo potencial hídrico da folha, indicando o estado de energia da água nas células vegetais, como também pelo teor relativo de água (TRA), o qual estima a taxa de desidratação da folha. Pode haver grandes flutuações no TRA das plantas durante o dia, causada pela inabilidade das plantas em absorver água a uma taxa suficiente para repor aquela perdida por transpiração. Tais flutuações são acompanhadas por períodos de alta demanda evaporativa da atmosfera ou suprimento limitado de água (PIMENTEL e PEREZ, 2000).

O objetivo da pesquisa foi avaliar o comportamento fisiológico de plantas de pimentão ao longo de um dia e verificar o melhor horário para a realização de determinações fisiológicas em plantas onde se deseja comparar o efeito do manejo diferenciado da disponibilidade hídrica.

## METODOLOGIA

O experimento foi desenvolvido em área experimental do Departamento de Engenharia Rural na Faculdade de Ciências Agrônomicas da Universidade Estadual Paulista, Campus de Botucatu – SP. As coordenadas geográficas do local são: 22°51'03" de latitude Sul e 48°25'37" de longitude Oeste.

O solo do local é classificado como Terra Roxa Estruturada intergreide para Latossolo Vermelho Escuro, textura média argilosa, correspondente a Nitossolo Vermelho transição para latossolo, textura média/argilosa (EMBRAPA, 1999).

O cultivo foi realizado em estufa do tipo túnel alto, orientada no sentido norte-sul, com dimensões de 27,5m de comprimento por 8,0m de largura, pé direito com altura de 2 m e 4 m de altura no centro. A estufa possuía cobertura de polietileno aditivado, com 150 mm de espessura.

As plantas de pimentão *Capsicum annuum* L. são do tipo híbrido Elisa (Rogers). A avaliação foi realizada no dia 13/03/2002, aos 76 dias após o transplante das mudas para os canteiros, que foram irrigados por gotejamento e protegidos por mulching de polietileno preto. O manejo hídrico das plantas foi realizado através de irrigações que foram aplicadas com base em dados de umidade coletados com sonda de nêutrons na profundidade média do sistema radicular das plantas, sempre que o teor volumétrico de água no solo reduzia-se para 22%.

Avaliou-se o comportamento das características: resistência à difusão do vapor de água na folha (Rd); condutância estomática (Ce); transpiração; teor relativo de água na folha (TRA) e potencial de água na folha (Yf) das plantas de pimentão, além de temperatura e radiação solar fotossinteticamente ativa (PAR), ao longo de um dia. Estes dados foram coletados nas plantas com o solo apresentando teor de umidade próximo à capacidade de campo e em dia com condições de céu claro.

As determinações de transpiração e resistência à difusão foram realizadas com uso de um porômetro digital LI-1600 LI-COR. Estas determinações foram acompanhadas de leituras de temperatura na folha e radiação solar fotossinteticamente ativa (PAR) que atingia o dossel no momento das avaliações, sendo que o sensor do porômetro mede o quantum de fótons em ( $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ) dentro da faixa de 400 e 700nm. As leituras de transpiração, Rd, Yf e TRA, foram tomadas em duas posições na planta, no extrato superior tomava-se uma das folhas completamente desenvolvidas que se apresentava

próxima ao ápice da planta, e mais uma das folhas localizadas no extrato médio de altura na planta. Sendo o inverso da resistência à difusão, a condutância estomática foi determinada a partir da expressão  $C_e = 1/R_d$ . O resultado de cada repetição dos tratamentos foi representado pelo valor médio das leituras realizadas na planta para o parâmetro em análise.

Para a avaliação do potencial de água na folha foi utilizada uma câmara de pressão Soil-Moisture modelo 3005, (SCHOLANDER et al., 1965), empregando-se as mesmas folhas utilizadas para as leituras com o porômetro que, neste caso, eram destacadas da planta e imediatamente avaliadas. O TRA foi obtido a partir das mesmas folhas empregadas nas avaliações do potencial hídrico foliar. As amostras compostas de três discos foliares com 0,6cm de diâmetro foram retiradas do centro do limbo foliar, evitando as nervuras, e imediatamente pesadas utilizando-se uma balança de precisão de miligramas, conforme Klar (1984), obtendo-se a massa da matéria fresca (MF). Em seguida, os discos foram acomodados em recipientes escuros e submersos em água destilada para atingirem saturação hídrica, sendo mantidos em geladeira à aproximadamente 4°C durante o período de 12 horas. Posteriormente estes foram retirados da água, eliminando-se o excesso de água com papel absorvente, e pesados imediatamente para a determinação da massa túrgida (MT). Em seguida, obteve-se a massa seca (MS) através da secagem dos discos em estufa (65 °C) até atingirem massa constante. O TRA foi calculado segundo a fórmula:  $TRA = 100[(MF-MS)/(MT- MS)]$ .

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O comportamento das características  $R_d$ ,  $C_e$ , transpiração, TRA e  $Y_f$  das plantas de pimentão, além de temperatura e PAR, ao longo de um dia, são apresentados na Figura 01. Verifica-se que a máxima PAR (@ 900  $\mu\text{moles} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ ) ocorreu entre 11h30 e 13h30, estes são valores considerados normais para cultivo protegido. Já as temperaturas máximas ocorreram entre 13h30 e 15h30, com pico máximo de aproximadamente 29°C às 14h30. Logo, as maiores temperaturas ocorreram posteriormente à ocorrência dos valores máximos de radiação.

Tendo observado resultados similares, Halleux et al. (1985) salientam que após a ocorrência da máxima incidência de radiação, as temperaturas continuam aumentando devido ao efeito de aquecimento do solo e demais corpos, que propagam calor aquecendo o ar adjacente. No caso do cultivo protegido, Farias et al. (1992) apresentam resultados que demonstram que, no interior de estufas, a radiação solar difusa chega a ser, em média, 65% maior do que externamente.

Com relação às características fisiológicas, a  $R_d$  apresentou variações pronunciadas nas horas mais extremas do dia, com rápida redução até as 09h e rápida

elevação após às 16h. Pequenas, porém, evidentes elevações neste parâmetro foram verificadas entre 12h30 e 14h.

A elevação da Rd nesse horário de grande demanda evaporativa deve ter contribuído para cessar tanto as elevações nas taxas de transpiração como as reduções do Yf e TRA na folha, que apresentaram tais comportamentos desde o início da manhã com a elevação da PAR e da temperatura, sendo que, no final do dia, houve tendência de restabelecimento dos níveis iniciais.

Essas elevações na Rd ocorrem, segundo Klar (1984), devido a alterações no déficit de pressão de vapor entre a folha e a atmosfera, sendo função, principalmente, da temperatura da folha. Nesse sentido, Medina et al. (1999) consideram que sob condições naturais ou em casa de vegetação, à medida que a temperatura se eleva, a umidade relativa do ar diminui, e as respostas dos diversos processos metabólicos da planta refletem a integração destes fatores.

O Yf decresceu de 100 kPa às 7h30 até valores próximos a 1000 kPa entre 12h30 e 14h00, recuperando-se no final da tarde. Com relação a estes resultados, pode-se inferir que tais variações ocorrem em função do aumento da transpiração, sem que haja a correspondente restituição da água perdida pela folha.

Estes resultados estão de acordo com os apresentados por Leopoldo et al. (1984) que, estudando a cultura da soja, observaram que o fluxo mínimo de água na planta ocorreu por volta das 06h, a máxima transpiração aproximadamente às 14h00 e o início da reposição da água nas folhas, nas horas finais do dia.

Considerando estes resultados, é importante salientar que nas condições climáticas brasileiras, é comum a ocorrência de altas temperaturas durante parte do dia, principalmente no verão. De acordo com Farias (1992), em cultivo protegido as temperaturas máximas são normalmente ainda mais elevadas do que no ambiente externo. Nestas condições, Medina et al. (1999) salientam que a umidade relativa do ar é substancialmente reduzida, mesmo sem a ocorrência de déficit de umidade no solo.

Os resultados estão de acordo com Jones et al. (1982), que salientam que em algumas horas próximas ao meio dia existe um relativo equilíbrio dinâmico do sistema solo-planta-atmosfera, quando as alterações da taxa transpiratória e do potencial de água na folha, são proporcionalmente pequenas.

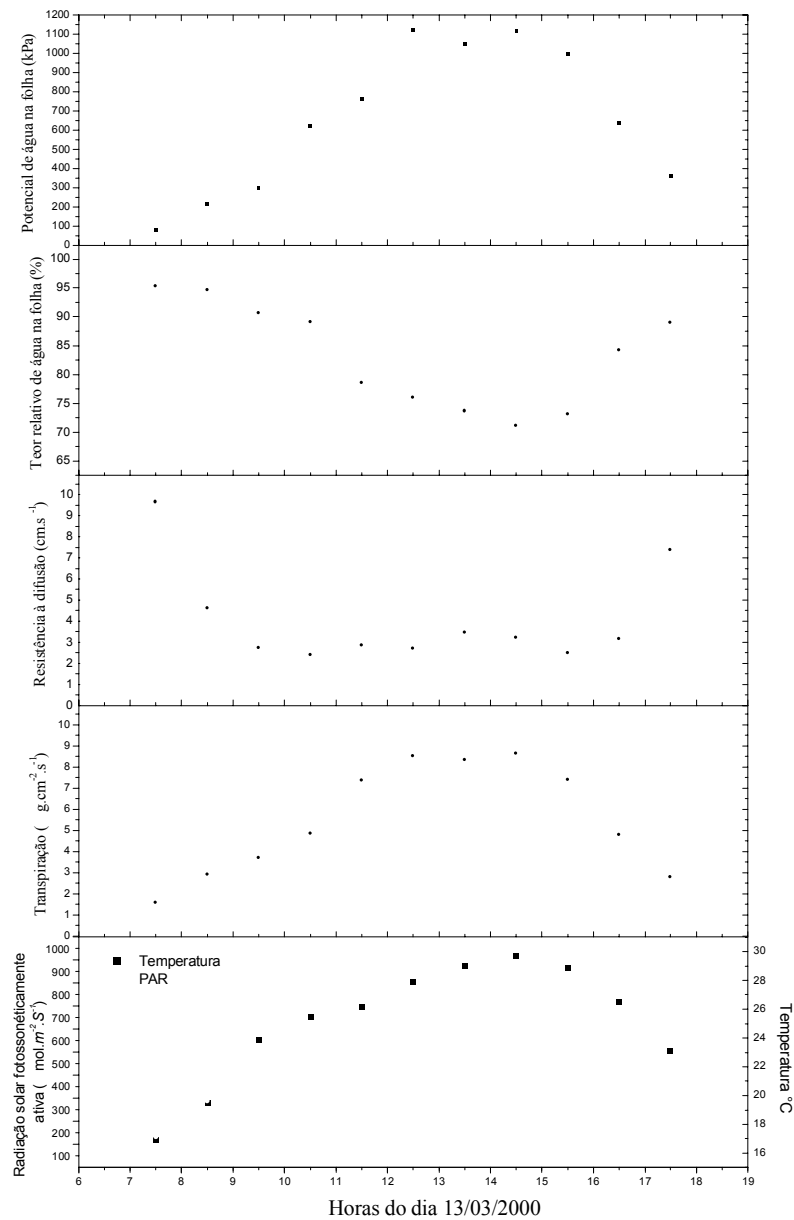
## **CONCLUSÕES**

As plantas de pimentão apresentam alterações no mecanismo fisiológico em função das condições hidro-climáticas ocorrentes ao longo do dia.

O horário entre 12h e 14h é o mais indicado para a realização de determinações fisiológicas em plantas onde se deseja comparar o efeito do manejo diferenciado da

disponibilidade hídrica, devido ser intervalo onde as variações destas características são mínimas.

**Figura 1.** Variações da temperatura e radiação solar fotossonéticamente ativa (PAR) no interior da estufa, e da Transpiração, Resistência à difusão, Teor relativo de água na folha e Potencial de água nas folhas das plantas de pimentão ao longo do dia 13/03/2002, (76 DAT), em condições atmosféricas de céu claro



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BEGG, J. E., TURNER, N. C. Crop water deficits. *Advanc. Agron.*, v.28, p.161-207, 1976.
- CARLSON, R. E., MOMEN, N. N., ARJMAND, O., SHAN, R. H. Leaf conductance and leaf-water potential relationship for two soybean cultivars grown under controlled irrigation. *Agron. J.*, v.71, p.321-5, 1979.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA-EMBRAPA. *Sistema brasileiro de classificação de solos*. Serviço de produção de informação/Centro Nacional de Pesquisa de Solos, Brasília: 1999, 412p.
- FARIAS, J. R. B., BERGAMASCHI, H., MARTINS, S. R. Alterações na temperatura e umidade relativa do ar provocadas pelo uso da estufa plástica. *Rev. Bras. Agrometeor.* v.1, n.1, p.51-62, 1992.
- GLENN, D. M., SCORZA, R. BASSETT, C. Physiological and morphological traits associated with water use efficiency in the willow-leaf peach. *Hortsci.*, v.35, n.7, p. 1241-43, 2000.
- HALEUX, D., DELTOUR, J., NIJSKENS, J. Dynamic simulation of heat fluxes and temperatures in horticultural and low emissivity glass-covered greenhouses. *Acta Hortic.* v.170, p.91-6, 1985.
- JONES, J. W., ZUR, B., BOOTE, J. K., HAMMOND, L. C. Plant resistance to water flow in field soybeans: I. Non-limiting soil moisture. *Agron. J.* v.74, p.92-105, 1982.
- KLAR, A E. *Água no sistema solo-planta-atmosfera*. São Paulo, Nobel, 1984. 408p.
- LEOPOLDO, P. R., MATSUI, E., FOLONI, L. L. Variação dos valores de  $\delta d$  e  $\delta^{18}O$  em água de folha durante o processo de evapotranspiração. *Energia Nucl. Agríc.* v.6, n.1, p.3-18, 1984.
- MEDINA, C. L., MACHADO, E., MENEZES, M. Condutância estomática e fotossíntese em laranja 'valência' sob deficiência hídrica. *Rev. Bras. Fisiol. Veg.* v.11, n.1, p.29-34, 1999.
- NEPOMUCENO, A. L., NEUMAIER, N., FARIAS, J. R. B , OYA, T. Tolerância à seca em plantas. *Bio Tecnol. Ciênc. & Desenv.* n.23, p. 12-8, 2001.
- PEREIRA, A., VILLA NOVA, N. Parâmetros fisiológicos e produtividade da batateira (*Solanum tuberosum* L.) submetida a três níveis de irrigação. *Eng. Agríc.* v.22, n.1, p.127-37, 2002.
- PIMENTEL, C., PEREZ, A. J. C. Estabelecimento de parâmetros para avaliação de tolerância à seca em genótipos de feijoeiro. *Pesq. Agropec. Bras.* v.35, n.1, p.46-58, 2000.
- SCHOLANDER, P. F., HAMMEL, H. T., BRADSTREET, E. D., HEMMINGSEN, E. A. Sap pressure in vascular plants. *Sci.*, v.148, p.339-46, 1965.



SILVA, L. C., FIDELES, J. F., BELTRÃO, N. M., RAO, T. V. Variação diurna da resistência estomática à difusão de vapor de água em amendoim irrigado. *Pesq. Agropec. Bras.*, v.33, n.3, p.269-76, 1998.

SOUZA, C. R., SOARES, A. M., REGINA, M. A. Troca gasosa de mudas de videira, obtidas por dois porta-enxertos, submetidas à deficiência hídrica. *Pesq. Agropec. Bras.*, v.36, n.10, p.1221-30, 2001.