

CURSO DIÁRIO DA RESISTÊNCIA FOLIAR À DIFUSÃO DE VAPOR DE ÁGUA EM KUDZU TROPICAL SOB BAIXA TEMPERATURA¹

ADAUCTO BELLARMINO DE PEREIRA-NETTO², HILTON SILVEIRA PINTO³
e OLINTO GOMES DA ROCHA-NETO⁴

RESUMO - O kudzu tropical (*Pueraria phaseoloides* (Roxb.) Benth.), vem sendo amplamente utilizado como cultura de cobertura em seringais de cultivo nos principais países produtores de borracha natural e na região amazônica brasileira. Observou-se, neste trabalho, o efeito de diferentes níveis de radiação solar (St) e da baixa temperatura do ar (Ta) sobre o curso diário da resistência foliar à difusão de vapor de água (Rf) em plantas de *P. phaseoloides*. Sob Ta e St reduzidas, a elevação na radiação solar induziu diminuição na Rf, tendo-se verificado aumento na Rf acompanhando a redução na St ao final do dia; o déficit de pressão de vapor entre o folíolo e o ar (DPV) oscilou entre 1,0 e 2,4 mmHg. Sob alta St, a Rf se comportou como quando sob baixa St, apresentando, todavia, elevação na Rf em torno do meio dia; o DPV aumentou de 0,9 para 14,4 mmHg a partir das 8 h.

Termos para indexação: *Pueraria phaseoloides*, estresse de temperatura.

DAILY CYCLE OF TROPICAL KUDZU LEAF DIFFUSIVE RESISTANCE, UNDER LOW TEMPERATURE

ABSTRACT - Tropical kudzu *Pueraria phaseoloides* (Roxb.) Benth. has been widely used as a cover plant in rubber cultures of the major natural rubber-producing countries and in the Brazilian Amazon region. In this study, the effect of different levels of solar radiation (St) and low air temperature (Ta) on the daily leaf diffusive resistance cycle (Rf) was observed in plants of *P. phaseoloides*. Under reduced Ta and St, increased solar radiation induced Rf decrease, and an increase in Rf was also observed when St decreased at the end of the day. The vapour pressure deficit between the leaflet and the air (DPV) ranged from 1.0 to 2.4 mmHg. Under high St, Rf performed the same way as under low St, showing, however, an elevation in Rf around noon. DPV increased from 0.9 to 14.4 mmHg from 8:00 a.m. on.

Index terms: *Pueraria phaseoloides*, termic stress.

INTRODUÇÃO

Com o crescimento da heveicultura verificado nos últimos anos no Planalto Paulista (Cortez 1986), a cobertura do solo com leguminosas apresenta-se como alternativa para o aproveitamento das entrelinhas de seringueiras durante o período de imaturidade, favorecendo

a conservação do solo e o manejo mais adequado para a cultura. Nos principais países produtores de borracha natural, a *Pueraria phaseoloides* (kudzu tropical ou puerária) tem sido a cultura de cobertura mais utilizada nos seringais em introdução (John 1963).

A recomendação da puerária como cultura de cobertura para os seringais em introdução no estado de São Paulo requer estudos que esclareçam aspectos relacionados ao comportamento eco-fisiológico desta leguminosa em condições distintas das verificadas nas regiões de clima tipicamente tropical, onde tradicionalmente são cultivadas.

Observou-se, neste trabalho, o efeito de níveis reduzidos e elevados de radiação solar, associados à baixa temperatura do ar, sobre o

¹ Aceito para publicação em 8 de novembro de 1990

² Biol., Dep. de Biol., Univ. Estadual de Maringá, Caixa Postal 331, CEP 87020 Maringá, PR.

³ Eng. - Agr., Dep. de Fisiol. Veg., IB e CEPAGRI, UNICAMP, Caixa Postal 1170, CEP 13081 Campinas, SP. Bolsista CNPq.

⁴ Eng. - Agr., EMBRAPA/CPAA, Caixa Postal 69011, CEP 69000 Manaus, AM.

curso diário da resistência foliar à difusão de vapor de água em *Pueraria phaseoloides*, com o objetivo de aumentar o conhecimento acerca do comportamento fisiológico desta espécie diante de condições climáticas características do Planalto Paulista, visando seu aproveitamento como cultura intercalar nos seringais em introdução nesta região, principalmente para os produtores que também se dedicam à pecuária.

MATERIAL E MÉTODOS

Plantas de *Pueraria phaseoloides* (Roxb.) Benth. var. javanica (Benth) Bak. (Faboideae-Leguminosae), com cerca de 60 dias de idade, provenientes de propagação vegetativa, foram utilizadas no experimento. As plantas foram cultivadas em vasos de plástico rígidos, com volume de 5 litros, contendo Latossolo Roxo com matéria orgânica incorporada. Os vasos foram irrigados de modo a manter o solo sempre próximo à capacidade de campo, permanecendo em casa de vegetação medindo cerca de 150 m², com cobertura de vidro, onde o coeficiente médio de radiação solar era de 50%.

A resistência foliar à difusão de vapor de água (Rf) e a temperatura da superfície abaxial de folíolos centrais (Tf) foram medidas na primeira folha completamente expandida de cinco plantas, no sentido ápice-base, através de um porômetro do tipo "transient time", modelo LI-700 (LI-COR inc. Nebraska, U.S.A.), pré-calibrado de acordo com recomendações técnicas do fabricante. Juntamente com as medidas de Rf e Tf, foram também observadas a temperatura do ar nas proximidades dos folíolos (Ta), através de termômetros meteorológicos R. Fuess, e calculado o déficit de pressão de vapor entre os folíolos e o ar (DPV). A densidade do fluxo de radiação solar global instantânea (St) no plano dos folíolos foi medida através de um solarímetro IAC-01, calibrado de acordo com um padrão Kipp & Zonen.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Fig. 1 apresenta o curso diário da radiação solar global e da temperatura do ar, no dia 22 de julho de 1986. A St elevou-se a partir das 6:30 h, com o nascer do sol, atingindo valores próximos de 50 w/m² às 12 h, sem que tenha sido observada incidência de radiação

solar direta, dada a alta nebulosidade atmosférica presente durante todo o dia. Após as 12 h, verificou-se queda na St, que se estendeu até o final do período de observação. A partir das 6:30 h, a Ta elevou-se de 14,7°C até 16,2°C às 12 h. Após as 12 h, novamente acompanhando a curva de radiação solar, a Ta decresceu até registrar 14,0°C às 17 h.

A Fig. 2, mostra o comportamento da Rf e da Tf no dia 22 de julho de 1986. Entre as 6:30 as 12 h, observou-se diminuição na Rf, atingindo um valor mínimo igual a 3,4 s/cm. A partir das 12 h, a Rf elevou-se, chegando a

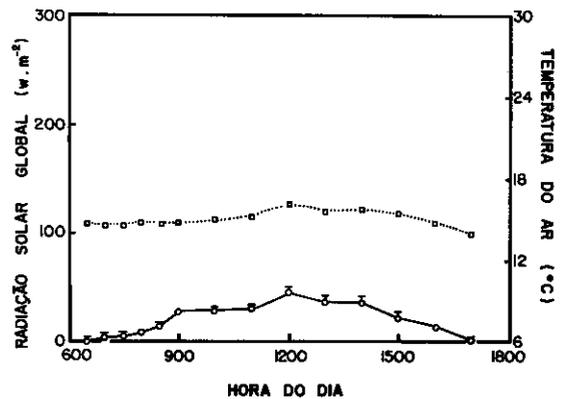


FIG. 1. Curso diário da radiação solar global instantânea (○—○) e da temperatura do ar (□—□), no dia 22.07.86.

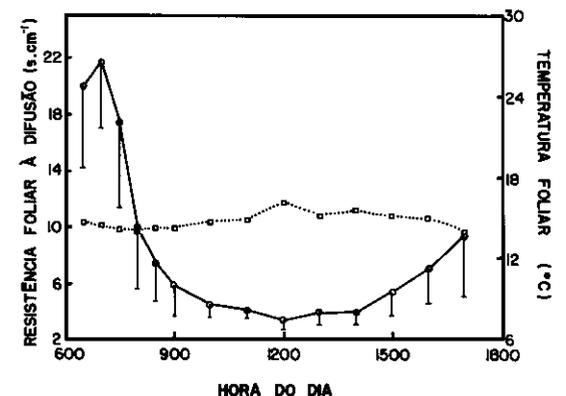


FIG. 2. Curso diário da resistência foliar à difusão (○—○), e da temperatura foliar (□—□), no dia 22.07.86. As barras verticais indicam o desvio-padrão.

9,4 s/cm às 17 h. No período compreendido entre as 10 h e as 14 h, a Rf permaneceu oscilando próximo a 4,0 s/cm. O comportamento da Rf mostrou-se intimamente relacionado à curva de radiação solar, o que demonstra a importância dos efeitos diretos e indiretos da radiação solar sobre o movimento dos estômatos (Slatyer 1967 e Rao & Anderson 1983). Entre as 6:30 h e as 18 h, observou-se redução na Tf de 14,7°C para 14,1°C, a despeito da elevação na Ta. Essa redução poderia estar associada a um pequeno resfriamento dos folíolos, induzido por aumento no fluxo transpiratório, em consequência da diminuição da Rf (Cook et al. 1964, Jung & Scott 1980, Hashimoto et al. 1984 e Hatfield et al. 1987). A partir das 8 h, a Tf elevou-se até atingir 16,2°C, igualando-se à Ta às 12 h. Neste momento, o fluxo transpiratório e os processos de perda de energia por radiação, convecção e reflexão, prováveis responsáveis pela manutenção da Tf abaixo da Ta, não pareceram suficientes para compensar o aporte de energia gerado principalmente pelo aumento da radiação solar e da temperatura do ar (Drake et al. 1970 e Campbell 1977). Entre as 12 h e as 17 h, a Tf diminuiu, acompanhando a redução da radiação solar e da temperatura do ar.

A Fig. 3 apresenta o curso diário da radiação solar global e da temperatura do ar, no dia 27 de julho de 1986. A partir das 6:30 h, observou-se elevação na St até atingir 230 w/m² às 12 h, quando, então, reduziu-se continuamente, até às 17 h. A Ta aumentou de 8,5°C para 25,4°C entre as 6 h e as 15 h, apresentando, a partir daí, pequeno declínio, registrando 22,8°C ao final do período de observação.

Comparando-se as Fig. 1 e 3, verifica-se que a amplitude térmica observada no dia 22 de julho foi igual a 2°C, ao passo que no dia 27 foi igual a 17°C, o que mostra que quando se observaram níveis reduzidos de radiação solar a temperatura do ar variou muito pouco, mantendo-se, todavia, uma relação direta entre esses elementos. No dia em que se observaram altos níveis de radiação solar, verificou-se

acentuado aumento na Ta nas quatro horas iniciais do período de iluminação. Em seguida, essa tendência modificou-se para estabilização, entre 24 e 25°C, registrando-se pequena redução ao final do período, constituindo, portanto, uma típica curva de curso diário de temperatura do ar para condições de casa de vegetação, em dias de baixa nebulosidade atmosférica. Ainda comparando-se as Fig. 1 e 3, pode-se verificar que o pico de radiação solar mostrou-se deslocado para as 12 h, na Fig. 1, enquanto na Fig. 3, às 10 h já se podiam observar valores próximos da St máxima verificada nesse dia, sendo a diminuição na radiação iniciada às 14 e às 13 h (Fig. 1 e 3, respectivamente). O menor desvio-padrão observado para as médias de densidade do fluxo de radiação solar global instantânea incidente sobre os folíolos no dia 22 de julho, em comparação com o dia 27, poderia ser atribuído à ausência da radiação solar direta no dia 22 que, quando presente em experimentos em casa de vegetação, provoca maior dispersão dos dados em torno da radiação solar média incidente sobre os folíolos, em consequência da interceptação parcial desta radiação solar direta pela cobertura da casa de vegetação.

Pela Fig. 4, observa-se que a Rf diminuiu com o início do período de iluminação até atingir 8,4 s/cm às 8 h, quando, então, ascen-

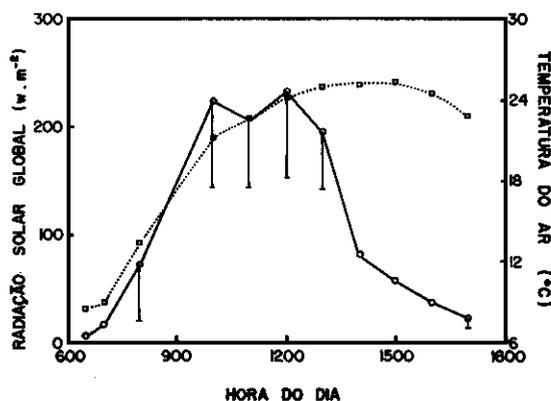


FIG. 3. Curso diário da radiação solar global instantânea (○—○) e da temperatura do ar (□—□), no dia 27.07.86. As barras verticais indicam o desvio-padrão.

deu novamente, até às 11 h, chegando a 14,2 s/cm. A partir das 11 h, verificou-se nova redução na Rf, que se estendeu até às 14 h, quando atingiu 8,5 s/cm. Em seguida, a Rf voltou a elevar-se, chegando a 11,0 s/cm às 17 h. Excluindo-se o período compreendido entre as 8 e as 14 h, a Rf mostrou-se íntima e inversamente relacionada à densidade do fluxo de radiação solar. A curva determinada pelos dados de Tf apresentou, basicamente, o mesmo aspecto da curva determinada pelos dados de Ta, o que demonstra a estreita relação entre os dois parâmetros, já verificada para outras espécies (Ansari & Loomis 1959). No início do período de iluminação, a temperatura da folha era 3°C acima da Ta, verificando-se, em seguida, uma redução nessa diferença, até às 14 h, da ordem de 0,4 a 1,5°C, quando, então, observou-se uma inversão da tendência, com a Ta mantendo-se acima da Tf.

O elevado valor da Rf observado em torno das 11 h (Fig. 4) poderia estar associado ao acentuado aumento na demanda evaporativa, provocado pela elevação do déficit de pressão de vapor entre os folíolos e o ar (Fig. 5), induzindo um desequilíbrio momentâneo no balanço hídrico das plantas, acompanhado pelo fechamento dos estômatos (Hall & Hoffman 1976 e Ludlow & Ibakari 1979), observado a partir das 8 h. A baixa temperatura do ar registrada no início do período de iluminação também poderia ter contribuído para a determinação do comportamento observado, ao limitar a absorção de água pelo sistema radicular, uma vez que, de acordo com Dalton & Gardner (1978), o aumento na temperatura entre 10 e 25°C poderia, teoricamente, dobrar o fluxo de solução nutritiva através do sistema radicular de uma planta crescendo em solução hidropônica. Markhart et al. (1980), estudando o efeito de baixas temperaturas sobre as taxas de absorção de água pelas raízes, consideraram que a viscosidade das membranas – dependente da temperatura das células do sistema radicular –, constitua um importante componente para a manutenção de um fluxo mais adequado de água no sistema solo-planta-atmosfera, evitando desequilíbrios no balanço

hídrico da planta, menor abertura dos estômatos e, conseqüentemente, redução na assimilação do CO₂ atmosférico através da fotossíntese.

Os valores mínimos de Rf observados nas Fig. 2 e 4, da ordem de 3,4 e 8,0 s/cm, respectivamente, parecem indicar que baixas temperaturas do ar, mesmo sob altos níveis de radiação solar, fazem com que a Rf permaneça relativamente alta, uma vez que plantas de *P. phaseoloides* crescendo em condições similares, a temperaturas da ordem de 30°C, apre-

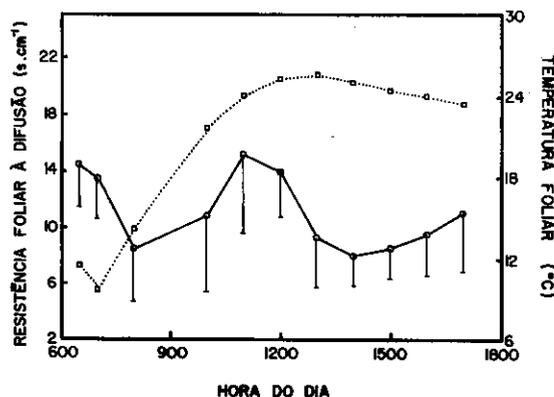


FIG. 4. Curso diário da resistência foliar à difusão (○—○) e da temperatura foliar (□—□), no dia 27.07.86. As barras verticais indicam o desvio-padrão.

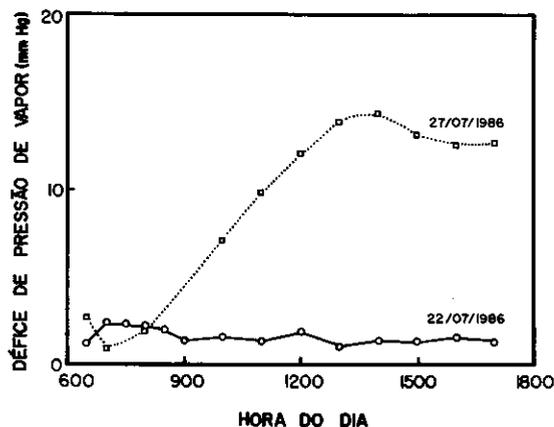


FIG. 5. Curso diário do déficit de pressão de vapor entre os folíolos e o ar, nos dias 22 e 27.07.86.

sentaram Rf em torno de 1,8 s/cm (Pereira-Netto 1988). De acordo com West & Gaff (1976) e Rogers et al. (1979), folhas mantidas em atmosfera livre de CO₂ têm aumentadas as velocidades de abertura, abertura final atingida pelos estômatos, e concentração de fons potássio nas células-guarda, em resposta à elevação na temperatura.

Os valores verificados para o déficit de pressão de vapor (DPV) (Fig. 5), resultantes do gradiente de pressão de vapor de água existente entre os folíolos e o ar, caracterizam diferenças horárias na demanda evaporativa do ar próximo aos folíolos nos dias 22 e 27 de julho de 1986. A baixa radiação solar e a temperatura do ar estável e reduzida, induziram variação no DPV entre 1,0 e 2,4 mmHg no dia 22 de julho. Todavia, no dia 27, a considerável elevação nos níveis de St e de Ta provocou significativo aumento no DPV a partir das 8 h, atingindo 14,4 mmHg às 14 h, sofrendo, em seguida, pequena diminuição, para oscilar em torno de 13 mmHg até o final do período de observação.

CONCLUSÕES

1. Ocorreu uma diferença considerável no comportamento de Rf diante de níveis reduzidos e elevados de St, sob baixa temperatura. Níveis elevados de St associados ao aumento no déficit de pressão de vapor entre os folíolos e o ar induziram aumento em Rf, cerca de cinco horas após o início do período de iluminação. Baixos níveis de radiação solar associados a déficit de pressão de vapor pequeno e estável não se mostraram relacionados a qualquer início de aumento de Rf, à exceção eventual da medida de Rf realizada às 7 h.

2. O aumento de Rf, coincidindo com os níveis mais elevados de St e DPV no dia 27 de julho, parece caracterizar uma resposta de curta duração à baixa Ta, uma vez que, cerca de três horas após ter sido verificado o valor máximo de Rf, esta tornou a diminuir, voltando a níveis próximos do mínimo verificado no mesmo dia.

3. Temperaturas reduzidas causaram aumento de curta duração na Rf, quando em presença de níveis elevados de St. Valores absolutos de temperatura tão baixos quanto os verificados neste experimento, associados a altos níveis de radiação solar, normalmente só ocorrem em poucos dias do ano, na região do Planalto Paulista. Assim, podemos concluir que a *P. phaseoloides* poderia vir a sofrer pequenas restrições nas taxas de absorção de água e de nutrientes do solo, e de CO₂ da atmosfera, em ocasiões eventuais, nas novas regiões de cultivo da seringueira no estado de São Paulo, não parecendo, no entanto, que estas restrições sejam capazes de comprometer o estabelecimento da puerária.

AGRADECIMENTOS

Ao Dr. John Duvall Hay, pela cessão de parte do equipamento utilizado neste experimento.

REFERÊNCIAS

- ANSARI, A.R.; LOOMIS, W.E. Leaf temperatures. *American Journal of Botany*, v.46, p.713-717, 1959.
- CAMPBELL, G.S. *An introduction to environmental biophysics*. New York: Springer-Verlag, 1977. 159p.
- COOK, G.D.; LEOPOLD, A.C.; DIXON, J.R. Transpiration: Its effects on plant leaf temperature. *Science*, v.144, p.546-547, 1964.
- CORTEZ, J.V. Histórico e expansão da cultura da seringueira no Estado de São Paulo. In: SIMPÓSIO SOBRE A CULTURA DA SERINGUEIRA NO ESTADO DE SÃO PAULO, 1., 1986, Piracicaba. *Anais*. Campinas: Fundação Cargill, 1986.
- DALTON, F.N.; GARDNER, W.R. Temperature dependence of water uptake by plant roots. *Agronomy Journal*, v.70, p.404-406, 1978.
- DRAKE, B.G.; RASCHKE, K.; SALISBURY, F.B. Temperatures and transpiration resistances of *Xanthium* leaves as affected by air tem-

- perature, humidity and wind speed. **Plant Physiology**, v.46, p.324-330, 1970.
- HALL, A.E.; HOFFMAN, G.J. Leaf conductance response to humidity and water transport in plants. **Agronomy Journal**, v.68, p.876-881, 1976.
- HASHIMOTO, Y.; INO, T.; KRAMER, P.J.; NAYLOR, A.W.; STRAIN, B.R. Dynamic analyses of water stress of sunflower leaves by means of a thermal image processing system. **Plant Physiology**, v.76, p.266-269, 1984.
- HATFIELD, J.L.; QUISENBERRY, J.E.; DILBECK, R.E. Use of canopy temperatures to identify water conservation in cotton germinasm. **Crop Science**, v.27, p.269-273, 1987.
- JOHN, K.P. Rhizoctonia and other diseases of cover plants. **Planter's Bulletin**, v.68, p.187-190, 1963.
- JUNG, P.K.; SCOTT, H.D. Leaf water potential, stomatal resistance and temperature relations in field-grown soybeans. **Agronomy Journal**, v.72, p.986-990, 1980.
- LUDLOW, M.M.; IBAKARI, K. Stomatal control of water loss in siratro (*Macroptilium atropurpureum* (DC) Urb.), a tropical pasture legume. **Annals of Botany**, v.43, p.639-647, 1979.
- MARKHART, A.H.; PEET, M.M.; SIONIT, N.; KRAMER, P.J. Low temperature acclimation of root fatty acid composition, leaf water potential, gas exchange and growth of soybean seedlings. **Plant cell and Environment**, v.3, p.435-441, 1980.
- PEREIRA-NETTO, A.B. de. **Comportamento fisiológico de plantas de kudzu (*Pueraria* spp.): Efeito da temperatura e da deficiência hídrica sobre a assimilação do nitrato e balanço hídrico na planta**. Campinas: UNICAMP, 1988. 119p. Tese Mestrado.
- RAO, M.; ANDERSON, L.E. Light and stomatal metabolism. I. Possible involvement of light modulation of enzymes in stomatal movement. **Plant Physiology**, v.71, p.451-455, 1983.
- ROGERS, C.; POWELL, R.D.; SHARPE, P.J.H. Relationship of temperature to stomatal aperture and potassium accumulation in guard cells of *Vicia Faba*. **Plant Physiology**, v.63, p.388-391, 1979.
- SLATYER, R.O. **Plant-water relationships**. London: Academic Press, 1967. 366p.
- WEST, D.W.; GAFF, D.F. The effect of leaf water potential, leaf temperature and light intensity on leaf diffusion resistance and the transpiration of leaves of *Malus silvestris*. **Physiologia Plantarum**, v.38, p.98-104, 1976.