

# DETERMINAÇÃO DO COEFICIENTE DE EMISSIVIDADE DE FOLHAS DE BATATA E GIRASSOL

Arno Bernardo Heldwein, Prof. Adj. Dr., Deptº Fitotecnia-UFSM

## RESUMO

Foram determinados os coeficientes de emissividade de radiação de onda longa de folhas ( $\epsilon_f$ ) de batata e girassol. Cada folha permaneceu flutuando sobre água em movimento, sendo realizadas medidas da temperatura da água ( $T_{wa}$ ) e da folha ( $T_f$ ) com o auxílio de um termômetro infravermelho. A  $T_{wa}$  foi medida sobre dois adesivos ( $\epsilon_f=0,950$ ), fixados na face externa do vidro com água e sobre uma folha de cobre sobre a água. Assumiu-se que o valor real de  $T_f$  e  $T_{wa}$  são iguais, porém o valor de  $T_f$  é medido com um desvio quando  $\epsilon_f$  difere de 0,950. Obteve-se  $\epsilon_f=0,954$  e  $\epsilon_f=0,950$  para folhas de batata e de girassol, respectivamente.

---

Nas estimativas dos balanços de radiação, bem como na aplicação dos diferentes métodos de medida da temperatura de folhas individuais ou de dosséis vegetativos, pelo uso de sensores que medem a radiação de onda longa emitida por estas superfícies, torna-se necessário conhecer o coeficiente de emissividade ( $\epsilon$ ).

Segundo dados de FUCHS & TANNER (1966), IDSO et al (1969), HOYNINGEN-HUENE (1973), GATES (1980) e MONTEITH & UNSWORTH (1990) o seu valor para folhas ( $\epsilon_f$ ) de plantas cultivadas situa-se na faixa de 0,938 a 0,995. Para a determinação do balanço de radiação de folhas individuais geralmente é adotado o valor de 0,95 (PEDRO Jr. & GILLESPIE, 1982; HELDWEIN, 1993), mas Smith (1983) apud CHEN & ZHANG (1989) considera que devem ser usados valores mais altos.

Diferentes métodos para determinar o  $\epsilon$  de comunidades vegetais e de folhas individuais, podem ser encontrados na literatura (FUCHS & TANNER, 1966; IDSO et al, 1969; GAWISH, 1987; CHEN & ZHANG, 1989), sendo o de GAWISH (1987) o mais simples.

Com o objetivo de determinar o  $\epsilon_f$  de plantas de batata e girassol, sob condições de ausência e presença de molhamento foliar, foram feitas determinações em folhas adultas coletadas do terço superior do dossel vegetativo de batata em 1990 e de Girassol em 1991. As coletas foram feitas ao acaso, pela manhã, numa área experimental de 0,6 ha, da Universidade Técnica de Berlin (Lat. = 52° 28' N; Long. = 13° 18' E; Alt. = 51 m).

Para as medidas de temperatura utilizaram-se um termômetro padrão de mercúrio, com precisão de  $\pm 0,1^\circ\text{C}$ , resolução de  $0,01^\circ\text{C}$  e um termômetro infravermelho com precisão de  $\pm 0,5^\circ\text{C}$ , resolução de  $0,1^\circ\text{C}$ , calibrado para medir temperatura de superfícies com  $\epsilon=0,950$ .

As determinações foram feitas sob condições de laboratório, segundo o método descrito por GAWISH (1987), adaptado por HELDWEIN (1993), no qual assumiu-se que a temperatura de uma folha ( $T_f$ ) é igual à da água ( $T_{wa}$ ) em constante movimento, quando a folha flutua sobre a mesma. Para tanto, utilizou-se um frasco de vidro, colocado sobre um agitador magnético, enchido com água destilada no dia anterior às determinações, para entrar em equilíbrio térmico com o ambiente da sala onde foram realizadas as medidas. Sobre a face externa do frasco foi fixada uma película adesiva, de elevada condutividade térmica e  $\epsilon$  igual a 0,950. Este adesivo serviu

como padrão para as medidas de temperatura de referência com o termômetro infravermelho, uma vez que seu  $\epsilon$  era conhecido. Uma segunda medida de temperatura de referência com termômetro infravermelho foi feita num adesivo igual fixado sobre uma folha de cobre mantida na superfície livre da água. O controle da temperatura da água foi feito com o termômetro padrão de mercúrio, instalado 1 a 3 cm abaixo da folha. Considerando que o vidro, a folha de cobre e o filme adesivo apresentam boa condutividade térmica e pequena espessura, assumiu-se que não havia diferença de temperatura entre a superfície dos dois adesivos e da água.

Durante as determinações, a folha flutuava sobre a água, fazendo-se alternadamente leituras da temperatura da folha ( $T_f$ ) e do adesivo de referência ( $T_r$ ) com o termômetro infravermelho.

Com base na lei de Stefan-Boltzmann, as densidades de fluxo de radiação emitida pela folha ( $L_f$ ) e pelos adesivos ( $L_r$ ) na direção do sensor do termômetro infravermelho são iguais entre si apenas no caso do  $\epsilon_f$  ser igual ao  $\epsilon_r$ . Para essa condição,

$$\epsilon_f \cdot \sigma \cdot (T_f + 273,15)^4 = \epsilon_r \cdot \sigma \cdot (T_r + 273,15)^4 \quad (1)$$

Sabendo que o termômetro infravermelho estava calibrado para medir a temperatura de superfícies com  $\epsilon$  igual a 0,950, o valor da temperatura da água medido sobre a superfície de referência ( $\epsilon_r=0,950$ ) é o valor real, o que no método é conferido com medidas simultâneas da temperatura da água com o termômetro padrão de mercúrio. Entretanto, quando o valor de  $T_f$  medido com termômetro infravermelho difere do valor medido de  $T_r$  ou  $T_{wa}$ , esta diferença do valor real deve-se uma diferença proporcional, nos termos da equação (1), do valor de  $\epsilon_f$  de 0,950, uma vez que para as condições experimentais,  $T_f$  não difere de  $T_r$  e de  $T_{wa}$ . Como o erro de medida de  $T_f$  é no mesmo sentido da variação de  $\epsilon_f$  em relação a  $\epsilon_r$ , deve-se inverter os termos de emissividade na equação (1), para obter o valor real de  $\epsilon_f$  (DAUNICHT, 1990 - comunicação pessoal):

$$\epsilon_f = 0,95 (T_f + 273,15)^4 (T_r + 273,15)^{-4} \quad (2)$$

onde,  $T_f$  e  $T_r$  são medidos com termômetro infravermelho em °C.

Na Tabela 1 são apresentados o valor médio e o respectivo desvio padrão do coeficiente de emissividade de folhas individuais de batata e girassol, quando a sua superfície estava seca e quando coberta com um filme de água, respectivamente. Para a batata o valor médio do coeficiente de emissividade foi de 0,954, quando a temperatura da água foi medida com termômetro infravermelho e a superfície da folha estava seca. Na outra situação extrema, isto é, quando medida com termômetro de mercúrio e a superfície da folha estava molhada foi de 0,957. Para girassol ele variou de 0,950 à 0,952, nas mesmas condições. Visto que a diferença do valor médio do  $\epsilon_f$ , quando calculado a partir das duas formas de medida da temperatura da água, foi pequena (0,002), similar ao desvio padrão, pode-se, para fins de aplicação prática, aceitar os dois valores, ou mesmo a sua interpolação. Sugere-se a adoção do valor obtido a partir de medidas com o termômetro infravermelho.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CHEN, J. M., ZHANG, R. H. Studies on measurements of crop emissivity and sky temperature. **Agricultural and Forest Meteorology**, Amsterdam, v. 49, p. 23-34, 1989.

- 1989.
- FUCHS, M., TANNER, C. B. Infrared thermometry of vegetation. Agronomy Journal, Madison, v. 58, p. 597-601, 1966.
- GATES, D. M. Ecological biophysics. New York: Springer, 1980. 611p.
- GAWISH, R. A. -R. Wirkungen von Antitranspirantien auf Taropflanzen (Colocasia esculenta, L.) unter nichtsalinen und salinen Bedingungen. Berlin, 1987. 146p. Dissertação (Doctor Scientiarum Agrariarum) - Fachbereich Internationale Entwicklung, TU-Berlin, 1987.
- HELDWEIN, A. B. Ermittlung der Taubenetzung von Pflanzenbeständen durch Anwendung mikrometeorologischer Verfahren sowie mittels konventioneller Methoden. Berlin, 1993. 206p. Dissertação (Doctor Scientiarum Agrariarum) - Fachbereich Internationale Agrarentwicklung, TU-Berlin, 1993.
- HOYNINGEN-HUENE, J. F. von. Erfahrung mit der Anwendung der Infrarotthermometrie bei agrarmeteorologischen Untersuchungen. Landbauforschung Völkenrode, Braunschweig, v. 23, p. 83-89, 1973.
- IDSO, S. B., JACKSON, R. D., EHLER, W. L., et al. A method for determination of infrared emittance of leaves. Ecology, New York, v. 50, p. 899-902, 1969.
- MONTEITH, J. L., UNSWORTH, M. H. Principles of Environment Physics. 2ª Ed. Londres: Edward Arnold, 1990. 291p.
- PEDRO Jr., M. J., GILLESPIE, T. J. Estimating dew duration. I. Utilizing micrometeorological data. Agricultural Meteorology, Amsterdam, v. 25, p. 283-296, 1982.

**Tabela 1** - Coeficientes de emissividade das folhas de batata (cv. Granola) e girassol (cv. rancassol) com superfície seca e molhada. Berlin, 1990 e 1991.

Temperatura de referência (água)		Superfície seca		Superfície molhada	
		batata	girassol	batata	girassol
Termômetro infravermelho	n	135	100	32	19
	X	0,954	0,950	0,955	0,951
	s	0,003	0,001	0,004	0,004
Termômetro padrão de mercúrio	n	135	100	32	19
	X	0,956	0,952	0,957	0,952
	s	0,002	0,003	0,002	0,002

n = número de determinações; X = média; s = desvio padrão