

SIMULAÇÃO DE TEMPERATURAS DE FOLHAS DE CAFEIEIROS EM NOITES SUJEITAS A GEADAS DE IRRADIAÇÃO.

MARIA A. FAGNANI e HILTON S. PINTO

Seção de Climatologia Agrícola, Instituto Agronômico de Campinas.

OBJETIVOS

Vários são os trabalhos que procuram relacionar temperatura de folhas vegetais com parâmetros meteorológicos. Considerando, especificamente essas relações, em condições de resfriamento noturno, durante os meses de inverno, parece ser possível a elaboração de modelos que permitam estimar o gradiente de perda de energia por irradiação e, por conseguinte, prever a ocorrência de geadas na noite em questão.

Recentemente, SUTHERLAND (1980) estabeleceu um modelo de simulação de temperaturas noturnas que permite prever níveis prováveis de congelamento de plantas através de previsão de temperaturas mínimas nos tecidos vegetais. Em 57% dos casos a previsão é feita com 1,0C de aproximação, passando a 98% de acerto quando o erro passa a 3,0C.

WIEBELT e HENDERSON (1978) desenvolveram um modelo de abrangência diária-24 horas- que permite estimar temperaturas de folhas dentro de um erro médio de 0,21C, a exemplo de EDLING et al (1971) que apresentaram um modelo com a mesma finalidade mas sob condições de instabilidade atmosférica apenas.

Inúmeros outros trabalhos sobre o assunto já foram apresentados, devendo ser considerados como básicos aqueles desenvolvidos por GATES (1964 e 1965) e GATES et al (1968).

Apesar da grande quantidade de trabalhos existentes sobre o assunto, não foram encontradas muitas referências sobre temperatura de folhas em cafeeiros, principalmente relacionadas com a incidência de baixos valores que resultam em geadas. Apenas PINTO et al (1977), PINTO (1979) e FRANCO e PINTO (1980) abordaram esse assunto, mas sem finalidade de modelagem.

No presente trabalho, procura-se abordar a possibilidade de previsão de baixas temperaturas a curtíssimo prazo, ou seja, dentro de um tempo máximo igual ou inferior a 12 horas. O modelo deverá se basear em balanço de energia, permitindo prever o gradiente de perda de energia e de rebaiamento de temperatura, a partir do ponto em que se verifique valor zero para a energia líquida, observada sobre a cultura.

METODOLOGIA

Em sua primeira fase de campo, as observações foram feitas durante os meses de junho, julho e agosto de 1980, no Centro Experimental do Instituto Agronômico, em Campinas.

O lote experimental constou de um talhão de cafeeiro Catuaí, com 12 anos de idade, altura média de 1,90m e espaçamento de 3 x 2 m. Foram registrados continuamente os seguintes elementos: radiação líquida aci-

ma e ao nível das copas; radiação atmosférica descendente; temperaturas das folhas horizontais externas; temperaturas internas; gradiente térmico do ar dentro da copa; temperatura de relva; umidade do ar sobre a cultura e velocidade do vento a 2,0m do solo. Outros dados complementares foram normalmente registrados no posto meteorológico, a cerca de 800m da área experimental e em abrigo micrometeorológico instalado a 1,70m acima do solo, dentro da cultura.

As análises iniciais efetuadas, constaram do estabelecimento de relações estatísticas mais simples, para verificação do comportamento dos elementos micrometeorológicos. O quadro 1 apresenta algumas dessas observações, reduzidas a valores médios diários. Neste caso, as médias obtidas correspondem às observações efetuadas entre 18:00 horas e 06:00 horas, a cada 30 minutos de intervalo, em noites de céu claro, sem vento.

Quadro 1. Valores médios das diferenças, em $^{\circ}\text{C}$, entre temperatura do ar (Tar) e temperatura das folhas externas (Tfe), temperatura de folhas externas e temperatura de relva (Tr), temperatura do ar e temperatura de folhas internas (Tfi) e temperatura do ar e temperatura de relva observadas durante as 8 noites, entre 18:00 e 6:00 horas, em lotes de café catuai.

Noites	Tar-Tfe	Tar-Tfi	Tfe-Tr	Tar-Tr
28/29-06-80	2,77 \pm 0,37	3,42 \pm 0,36	4,96 \pm 0,25	7,73 \pm 0,32
29/30-06-80	3,26 \pm 0,39	4,28 \pm 0,33	5,50 \pm 0,25	8,76 \pm 0,24
30/01-07-80	3,28 \pm 0,20	4,41 \pm 0,11	5,63 \pm 0,22	8,91 \pm 0,15
08/09-07-80	3,67 \pm 0,32	4,47 \pm 0,35	5,26 \pm 0,27	8,93 \pm 0,34
11/12-07-80	3,12 \pm 0,54	3,40 \pm 0,51	3,86 \pm 0,19	6,98 \pm 0,50
12/13-07-80	2,80 \pm 0,35	3,38 \pm 0,35	3,90 \pm 0,25	6,70 \pm 0,35
19/20-07-80	0,90 \pm 0,34	2,06 \pm 0,37	5,86 \pm 0,18	6,75 \pm 0,23
20/21-07-80	2,12 \pm 0,24	3,96 \pm 0,20	6,14 \pm 0,23	8,26 \pm 0,32
Media	2,74 \pm 0,31	3,67 \pm 0,28	5,14 \pm 0,30	7,88 \pm 0,34

O quadro 2 mostra os valores médios dos gradientes de energia líquida acumulada, negativamente, medida acima da cultura (Na) e ao nível da copa (Nc). Neste caso, os radiômetros líquidos foram colocados a 1,0m acima da copa (Na) e para Nc, com a parte superior voltada para a atmosfera e inferior para o interior da copa. No quadro 2 são mostrados ainda os horários de ocorrência de valores nulos para Na e Nc.

CONCLUSÕES

Análises preliminares dos resultados obtidos, conforme quadros 1 e 2, embora carentes de maiores detalhes, permitem algumas considerações parciais com aspectos interessantes sobre os processos físicos observados na cultura.

Pelo quadro 1, verifica-se que as diferenças médias encontradas entre temperatura do ar no abrigo do posto meteorológico (Tar), temperaturas das folhas horizontais externas (Tfe), temperaturas das folhas internas (Tfi) e temperaturas de relva (Tr) foram relativamente constantes nos dias observados. Deve-se notar que as menores diferenças ocorreram entre Tar e Tfe, o que não seria normalmente esperado, já que o fenômeno das geadas danifica, normalmente, as folhas externas, de início.

Assim, valores médios observados na noite de 28 para 29/06/80 fo-

ram da ordem de 10,12C nas folhas externas (Tfe),9,48C nas internas(Tfi), 5,18C na relva do posto meteorológico, 10,11C na relva sob o cafeeiro e 10,8C no ar,interno à copa.

Quadro 2. Valores estimados dos gradientes de perdas de radiação (b), em Cal/cm².hora, sob a forma de energia líquida acima da cultura(Na) e ao nível da copa (Nc) e valores observados dos horários de ocorrência de radiação líquida igual a zero.Os parametros "a" e "b" correspondem respectivamente ao total de calor acumuladas no início das observações e ao coeficiente de regressão entre energia líquida acumulada e tempo.

Noites	Nc		Na		Nc=0		Na=0	
	a	b	a	b	tarde	manhã	tarde	manhã
28/29-06-80	1,04	2,38	3,88	6,28	16:07	07:10	16:55	08:05
29/30-06-80	3,18	2,57	1,94	5,42	16:07	07:15	15:45	08:10
30/01-07-80	6,05	2,21	5,17	4,63	16:00	07:22	16:50	08:00
08/09-07-80	2,98	2,57	6,36	5,59	16:07	07:50	16:30	07:45
11/12-07-80	-1,17	2,29	2,06	6,12	17:07	07:20	17:00	07:45
12/13-07-80	-0,38	2,49	4,32	5,99	16:30	07:40	16:45	08:00
19/20-07-80	0,01	1,91	4,49	5,75	14:30	07:15	-	07:10
20/21-07-80	1,83	1,94	7,04	5,34	14:30	07:40	16:35	07:55
Media		2,29		5,64				

Com relação ao quadro 2, é interessante verificar também a constância do gradiente de perda de calor durante os 8 dias analisados.No caso de Nc,esse gradiente foi da ordem de 2,29 Cal.cm⁻².hora⁻¹ e de 5,64 Cal.cm⁻².hora⁻¹ para Na.

Deve se observar que os resultados aqui apresentados referem-se a estudos ainda parciais que deverão ser concluídos durante o inverno de 1981.

SUMMARY

Partial occurrence of near freezing temperatures in coffee trees during the winter of 1980,observed in Campinas,SP,are presented in this paper.Energy balance over the culture and at the canopy level were measured as well as leaf and air temperatures inside and outside de canopy.The purpose of the study is to establish a simulation model, based on energy balance, for frost prediction at very short range.

LITERATURA CONSULTADA

1. EDLING,R.J.;BARFIELD,B.J.;HAAN,C.T. & FOGLEMAN,M.E. 1971. Prediction of Leaf Temperature Under Unstable Atmospheric Conditions. Transactions of the ASAE.Am.Soc.of Agric.Eng.pp:1095-1099.
2. FRANCO,C.M. & PINTO,H.S. 1980. A Queima dos Ponteiros que Ocorre em Cafezais Plantados em Lugares Elevados.Resumos do 8º Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras.IBC-GERCA.pp:113-115.
3. GATES,D.M. 1964. Leaf Temperature and Transpiration. Agronomy Journal 56(3):273-277.
4. GATES,D.M. 1965. Energy,Plants and Ecology. Ecology vol. 46,nos.1 and

2. pp:1-13.

5. GATES, D.M.; ALDERFER, R. & TAYLOR, E. 1968. Leaf Temperature of Desert Plants. Science vol. 159. pp:994-995.
6. PINTO, H.S.; TARIFA, J.R.; ALFONSI, R.R. & PEDRO JR., M.J. 1977. Estimation of Frost Damage in Coffee Trees in the State of S. Paulo, Brazil. Preprints: 13th. Conference on Agriculture and Forest Meteorology. Am. Met. Soc. pp:37-38.
7. PINTO, H.S. 1979. A computer Package to Estimate Frost Damage in Coffee Trees. Preprints: IX International Congress of Plant Protection. Washington, USA.
8. SUTHERLAND, R.A. 1980. A Short-Range Objective Nocturnal Temperature Forecasting Model. Journal of Applied Meteorology vol. 19, pp:247-255.
9. WIEBELT, J.A. & HENDERSON, J.B. 1978. Theoretical Thermal Modeling of a Leaf with Experimental Verification. Agricultural Meteorology vol. 19, pp:101-111.