

## 1. INTRODUÇÃO

O mapeamento das áreas de evaporação em estufas de polietileno, visa a racionalização da produção através do gerenciamento do consumo de água em área de isoevaporação. Este método permite a otimização da aplicação localizada da água de irrigação em função da necessidade específica local e está fundamentado na existência da variabilidade espacial dos fatores produtivos e, portanto, da própria quantidade produzida pela cultura (Balastreire et al., 1997). Molin (1997) considera que a aplicação de precisão será o próximo desafio a ser vencido pelo agricultor brasileiro.

Atualmente, há poucos estudos que tratam da distribuição espacial da evaporação dentro das estufas. Acredita-se que seja devido às dificuldades de medições e de metodologia (Braga, 2000). De acordo com Borgelt et al., (1994) e diversos outros autores, está comprovada a existência de variabilidade espacial. Com isso, criou-se a necessidade de pesquisar, quantificar e analisar estas variabilidade e determinar as melhores técnicas de manejo, nos diferentes ambientes.

O presente trabalho teve como objetivo avaliar a distribuição da evaporação no interior de uma estufa plástica através da variabilidade espacial.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS:

O experimento foi instalado na Universidade Estadual Paulista, Campus de Botucatu, São Paulo. Foi conduzido numa estufa tipo túnel alto, com cobertura de polietileno aditivado (anti-ultravioleta) com 150  $\mu$ m de espessura. As laterais foram protegidas com tela de "sombrite". A estufa foi posicionada no sentido Norte/Sul, de modo que ficou perpendicular ao trajeto do sol. Foi instalado uma bateria de 40 evaporímetros, equidistantes entre si de 2,5 m no eixo das abcissas e 1,6 m na ordenada. Os microevaporímetros foram vasilhames de plástico com volume de 1,5 litros, altura de 0,07 m e diâmetro de 0,18 m. Para a análise espacial, cada par de valores de distâncias e semivariâncias foram representados em gráfico bidimensional. Uma função contínua foi então ajustada aos pontos. Um princípio básico da geoestatística, é o de que as observações tomadas a pequenas distâncias são mais similares umas as outras do que aquelas tomadas a distâncias maiores, característica de uma variável autocorrelacionada. Adotou-se, preliminarmente, modelos isotrópicos, ou seja, assumiu-se que o padrão da estrutura espacial é o mesmo em todas as direções e verificou-se que há qualidade da representação espacial, como sugere Issaks & Srivastava (1989). Os ajustes dos modelos foram feitos utilizando-se técnicas exploratórias, auxiliados pelo índice de adequação do ajuste (IAA), proposto por Pannatier (1996). Este índice, sempre positivo, será tanto menor quanto melhor for o ajuste. A partir destes dados, utilizando-se a técnica de Krigagem, foram construídos os mapas de contorno para facilitar a visualização da variabilidade

espacial. Seguindo o mesmo procedimento de Borgelt et al. (1994), os dados de semivariância foram ajustados pelos modelos esférico, exponencial, gaussiano e linear generalizado. Para as análises foi utilizado o software VARIOWIN 2.2, para verificar a continuidade espacial das variáveis e em caso positivo a ajustagem de modelos. Foi utilizado o software SURFER 6.0 na confecção dos mapas de contorno e mapas de superfície.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O modelo gerado que se ajustou as condições implantadas foi o esférico. Em todos os períodos considerados os valores atingiram um patamar e modelo escolhido se deveu ao comportamento dos pontos mais próximos à origem, por ser nesta região que o modelo será utilizado durante o processo de krigagem.

No Quadro 1, apresentam-se os valores para o efeito pepita ( $C_0$ ), patamar ( $C_1$ ), alcance (a), fator de escala ( $\alpha$ ) e coeficiente de efeito pepita (%  $C_0$ ).

**Quadro 1.** Resultados da análise geoestatística para os evaporímetros no período de primavera (Set/Dez)

VARIÁVEL	Set./Out.	Out/Nov.	Nov/Dez
Modelo	Esférico	Esférico	Esférico
$C_0$	0,012	0,010	0,036
$C_1$	0,021	0,046	0,080
A (m)	5,64	8,40	11,88
$\alpha$	9,40e-03	6,85e-02	6,08e-02
% $C_0$	36	6,8	31

Os valores do efeito pepita ( $C_0$ ) revela a descontinuidade do semivariograma para distâncias menores que aquelas amostradas, ou seja, é o próprio erro amostral. A dependência espacial dos valores de evaporação, que é dada pela relação entre o efeito pepita e o patamar, é considerada moderada para os meses de setembro/outubro, forte para os meses outubro/novembro, moderada para os meses de novembro dezembro e forte para os valores médio do período de setembro a dezembro.

A evaporação média do primeiro período de 16/09 a 16/10 na estufa foi de 3,27 mm dia<sup>-1</sup>. Analisando a distribuição das linhas de isoevaporação no interior da estufa, para o primeiro mês de medição, verificou-se que os menores valores de evaporação parece seguir a tendência de uma distribuição no sentido Oeste, predominando principalmente o vértice direito da face frontal Norte e área central junto a lateral Oeste. Já os maiores valores nas linhas de isoevaporação, ocorrem na lateral Leste, principalmente junto aos vértices. A maior evaporação na lateral Leste concorda com a predominância da direção dos ventos neste período, onde, 57 % ocorreu na direção Leste/Sudeste e 24% na direção Leste, assemelhando-se aos resultados encontrados por Braga (2000) em cultivo conduzido em área próxima, no mesmo período e com PEBD de 100 $\mu$ m.

Embora muitos autores relatem a pouca influência do vento na evaporação no interior da estufa, a explicação mais razoável para a distribuição da evaporação é dada pela influência de sua direção nesse período.

No segundo período de observação (17/10 a 18/11), encontrou-se na estufa, valores médios nos evaporímetros

<sup>1</sup> Prof. Adjunto, Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, UNIOESTE, Cascavel, PR, (45) 220 3000, e-mail: rfsantos@unioeste.br

<sup>2</sup> Prof. Doutor, Curso de Pós Graduação em Engenharia Agrícola, UNIOESTE, Cascavel, PR

de 2,21 mm dia<sup>-1</sup>. Um dos fatores que contribuíram para a menor evaporação neste período foi o número de dias chuvosos, passou de 9 para 15, embora, a precipitação no período tenha diminuído para 153,3 mm.

Observando o comportamento das linhas de isoevaporação do segundo período, verificou-se que a distribuição maior de evaporação, em relação ao período analisado anteriormente, caminha para a lateral Leste, sobressaindo-se a parte frontal Leste, direção Norte e, também, fundos da área da estufa, em direção Sul.

A maior evaporação na lateral Leste e Sul, concorda com a predominância da direção dos ventos neste período, onde, 69 % foi na direção Leste/Sudeste. Já os menores valores de evaporação foram determinados nas áreas iniciais Norte, área central do início do quadrante Sul e também lateral Oeste.

Outro fator relevante, segundo Braga (2000), é que a distribuição da evaporação na estufa com orientação Norte/Sul é mais heterogênea, devido à menor eficiência na transmissão da radiação solar, em comparação com estufas com orientação Leste/Oeste.

A evaporação média do terceiro período (19/11 a 17/12) na estufa foi de 3,20 mm dia<sup>-1</sup>. Analisando a distribuição das linhas de isoevaporação no interior da estufa, com os evaporímetros instalados a 0,5 m do solo, apresentado na Figura 1, para o terceiro período de medição, verificou-se que o comportamento dos maiores valores de evaporação seguem uma tendência no sentido Sul, predominando principalmente a área localizada próximo ao vértice Oeste, do fundo da estufa. Já os menores valores das linhas de isoevaporação, ocorreram, principalmente, na lateral Leste, face frontal Norte da estufa, caracterizando-se às áreas próximas ao vértice esquerdo. A maior evaporação na lateral Leste e Sul concorda com a predominância da direção dos ventos neste período.

A explicação para a distribuição da evaporação é dada pela influência dos ventos que nesse período, atingiu cerca de 67% do total com direção Leste e Sudeste.

Observou-se ao longo dos três períodos, que a distribuição da evaporação na estufa parece mostrar, "uma movimentação na área da estufa", com tendência à redução da evaporação de Oeste para Leste. Há, também, ao longo dos períodos estudado, uma espécie de formação de "bolha", com valores de menor evaporação, na área central da estufa, à aproximadamente a marca de 20 m no sentido Sul. Já as isolinha de maior evaporação mostra caminhar para o sentido Sul, no rumo do vértice Oeste e em menor

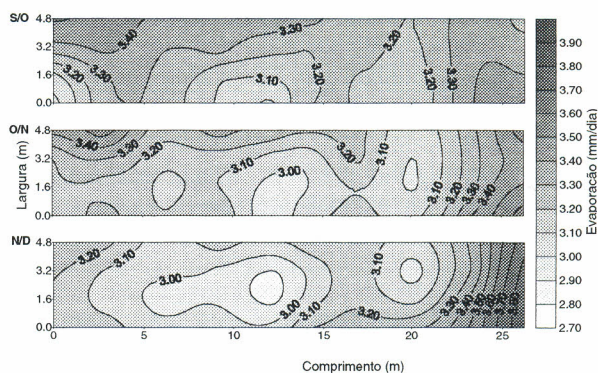


Figura 1. Distribuição da evaporação em estufa com orientação Norte/Sul, no período de 16/09 a 17/12 de 1997.

escala, porém, com propensão também para maior evaporação no sentido Norte, rumo ao vértice Leste.

#### 4. CONCLUSÕES

Na distribuição da evaporação na estufa com orientação Norte/Sul, verificou-se que as maiores evaporações ocorreram nas extremidades da estufa, no sentido Sul e Norte rumo ao vértice Oeste. Já as menores evaporações localizaram-se no centro e centro Sul da área da estufa plástica.

#### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA

- BALASTREIRE, L.A., ELIAS, A.I., AMARAL, J.R. Agricultura de precisão: Mapeamento da produtividade da cultura de milho. *Revista de Engenharia Rural*, Piracicaba, v.8, n.1, p.97-111, 1997.
- BORGELT, S.C., SERCY, S.W., STOUT, B.A., MULLA D.J. Spatially variable liming rates: a method for determination. *Transactions of the ASAE, St Joseph*, v. 37, n. 5, p. 1499-507, 1994.
- BRAGA, M.B. *Manejo da irrigação e orientação geográfica de estufas na produção do pimentão (Capsicum annum L.)*. Botucatu, 2000, 85p, Tese (Doutorado em Agronomia - Área de Concentração em Irrigação e Drenagem) - Universidade Estadual de São Paulo.
- ISSAKS, E. H., SRIVASTAVA, R.M. *An introduction to applied geostatistics*. New York: Oxford University Press, 1989. 560p.
- MOLIN, J.P. Agricultura de precisão: mais um desafio para o agricultor brasileiro. *Plantio Direto*, Passo Fundo, v.39, n.3, p.26-7, 1997.
- PANNATIER, Y. *Variowin - Software for spatial data analysis in 2D*. New York: Springer-Verlag, 1996. 91p.