

Resumo

O Manejo da água de irrigação em uma cultura é de fundamental importância, pois permite o uso racional deste fator de produção visando a obtenção da máxima produção por unidade de água aplicada. Aliado a essa tecnologia, o cultivo em ambiente protegido possibilita produção contínua em épocas do ano em que as condições a campo normalmente são desfavoráveis, possibilitando o abastecimento do mercado nacional em todas as estações. A fim de conhecer as variáveis meteorológicas que mais afetam a produção nesse ambiente, conduziu-se uma pesquisa na área experimental do Departamento de Engenharia Rural da Universidade Estadual Paulista, UNESP, *Campus* de Botucatu, com o objetivo de avaliar a espacialização do ambiente protegido mediante a distribuição de minievaporímetros para verificação da distribuição de energia em três alturas, a 40, 80 e 120 cm do solo. O trabalho foi conduzido em estufa plástica, com orientação Noroeste-Sudoeste. Foram realizadas as medições semanais da evaporação dos minievaporímetros, durante 6 meses. A espacialização da distribuição dos minievaporímetros mostrou que no período de estudo de 07 de maio a 16 de julho de 2005 ocorreu maior evaporação no ambiente a 40 cm do solo, ou seja, nos meses mais frios. No período de 30 de julho a 16 de setembro de 2005 a maior evaporação ocorreu a 80 cm do solo. Os minievaporímetros instalados a 120 cm do solo apresentaram valores menores ou iguais aos das demais alturas, independentemente do período avaliado. A face Sudoeste do ambiente, para todo o período estudado, apresentou maior evaporação. Ocorreu maior evaporação no ambiente protegido nos meses mais frios do ano para os minievaporímetros que estavam próximos ao solo.

Palavras-chave: balanço de energia; Climatologia Agrícola; evaporação.

Distribuição da evaporação em ambiente protegido em três alturas de evaporação

Marcio Furlan Maggi¹, Cleber Junior Jadoski¹, Sérgio Denega², Leimar Brunetta³, Cleverson Scabeni³

Distribución de la evaporación en ambientes protegidos en tres altitudes de evaporación

Resumen

El manejo del agua de irrigación de una cultura es de fundamental importancia porque permite el uso racional de este factor de producción visando la obtención de la máxima producción por unidad de agua aplicada. Aliando esta metodología al cultivo en ambientes protegidos posibilita la producción continua en épocas del año en que las condiciones del campo normalmente son desfavorables lo que posibilita el abastecimiento del mercado nacional en todas las estaciones. Para poder conocer las variables meteorológicas que mas afectan la producción en esos ambientes, la pesquisa fue realizada en el área experimental del Departamento de ingeniería rural de la Universidad Estadual Paulista- UNESP, *Campus* de Botucatu, con el objetivo de evaluar la especialización del ambiente protegido mediante la distribución de mini evaporímetros para verificar la distribución de energía en tres alturas distintas: 40,80 y 120 cm del suelo. El trabajo fue conducido en estufa plástica, con orientación Noroeste Suroeste. Fue medida la evaporación semanal de los mini evaporímetros durante seis meses. La especialización de los mini evaporímetros mostró que en el período de el estudio de 7 de mayo a 16 de julio de 2005, ocurrió el período de mayor evaporación en el ambiente a 40 cm del suelo, o sea durante los meses mas fríos. En el período de 30 de julio a 16 de septiembre de 2005, la mayor evaporación ocurrió a 80 cm del suelo. Los mini evaporímetros instalados a 120cm del suelo presentaron valores inferiores de evaporación y en algunos momentos de igual niveles de evaporación que en las otras alturas. Algo curioso fue que en la fase suroeste del ambiente fue donde ocurrieron los mayores niveles de evaporación durante los meses más fríos del año.

Palabras llave: energía balanceada; climatología agrícola; evaporación.

1 Prof. Adjunto, Departamento de Agronomia, Universidade Estadual do Centro-Oeste, Guarapuava, PR, CEP 85040-005, E-mail: mmaggi@unicentro.br

2 Técnico da Estação Meteorológica do Departamento de Agronomia, Universidade Estadual do Centro-Oeste, Guarapuava, PR

3 Acadêmicos do Curso de Agronomia, Iniciação Científica Voluntária, Universidade Estadual do Centro-Oeste, Guarapuava, PR

Introdução

Cada vez mais surge a necessidade do aumento da produção de alimentos no mundo. Com a utilização de tecnologias que verticalizam a produção o homem consegue atingir elevados índices de produtividade em quase todos os setores da agricultura, pois a expansão de áreas agrícolas é restrita e privilégio de apenas alguns países. A utilização de áreas agricultáveis deve ser feita de modo racional e de forma a garantir a manutenção da vida do homem no planeta. Muitas dessas áreas, com o uso intensivo e manejo inadequado, acabam ficando comprometidas e provocando perdas e prejuízos, não apenas econômicos, ao produtor, mas também danos ao ambiente, inviabilizando a sua utilização.

Nas últimas décadas, o cultivo em ambiente protegido no Brasil apresentou crescimento significativo, principalmente para produção de hortaliças e flores (ALVES e KLAR, 1996). Considerando a importância alimentar das hortaliças, seu custo de produção e seu elevado valor econômico, principalmente na entressafra, tornam-se necessárias pesquisas com o intuito de oferecer tecnologias de aumento de produtividade e redução de riscos (FARIAS, 1993).

Dentre os benefícios do cultivo em ambiente protegido, pode-se citar o aumento da diversidade dos produtos agrícolas e a estabilidade da produção anual, com otimização do uso da terra. Em locais onde as terras são mais valorizadas, ou mais escassas, o cultivo em estufas representa uma estratégia valiosa para aumentar a produtividade e absorver a crescente produção agrícola (SOUZA, 2003).

O ambiente protegido torna possível a exploração de culturas em épocas pouco comuns ao cultivo e, conseqüentemente, pode-se conseguir melhor retorno econômico devido à qualidade do produto e ao fato da produção ocorrer na entressafra (NIED, 1999).

As variáveis meteorológicas no interior de estufas apresentam comprovada variabilidade espacial, que influencia o desenvolvimento das culturas através de efeitos na transpiração e na fotossíntese (MENEZES JUNIOR, 1999). O controle e o monitoramento das variáveis meteorológicas, principalmente a umidade e temperatura do ar, são

fatores importantes no controle de doenças das plantas cultivadas no interior das estufas. Desta forma, este trabalho teve como objetivo avaliar a distribuição espacial da evaporação da água no ambiente protegido.

Material e métodos

O trabalho foi conduzido na área experimental do Departamento de Engenharia Rural da Faculdade de Ciências Agronômicas pertencente à Universidade Estadual Paulista, *Campus* de Botucatu, SP, cujas coordenadas geográficas são de 22° 51'03" de latitude Sul e 48°25'37" de longitude Oeste, com altitude média de 786 metros.

O clima da região é definido com Clima Temperado (Mesotérmico), segundo critérios adotado por Köppen. A região é úmida, apresentando precipitação pluvial de aproximadamente 1516,8 mm e evapotranspiração média anual de 692 mm. A temperatura média anual é de 20,6°C com temperaturas médias, máxima e mínima, de 23,5 e 17,4°C, respectivamente.

O trabalho foi desenvolvido em uma estufa plástica orientada geograficamente no sentido Nordeste-Sudoeste. A estufa plástica era do tipo túnel, com cobertura na forma de arco, apresentando as seguintes dimensões: largura de 7m, comprimento de 26m, altura do pé direito de 1,85m e central de 3,35m, cobertas longitudinalmente com filmes de polietileno aditivado, espessura de 100 micra. Nas partes laterais e nos fundos foram colocados sombrites com 40% de sombreamento. Na face frontal encontrava-se a porta que dava acesso ao interior da estufa.

Foram instalados 132 minievaporímetros distantes entre si de 2,0 m no sentido longitudinal e 2,10 m no sentido transversal da estufa, distribuídos em três níveis de alturas 0,40, 0,80 e 1,20 m. O minievaporímetro consistia de um recipiente plástico de volume 1,0 L.

Para a determinação das lâminas evaporadas nos minievaporímetros, estes eram preenchidos com 500 ml de água cada e uma vez por semana a água resultante em cada minievaporímetro era medida e o frasco novamente preenchido com 500 ml de água. Pela diferença entre a água colocada toda semana e a

água resultante foi determinada a evaporação semanal dentro da estufa. As leituras eram feitas todos os sábados no período da tarde.

Os dados de temperatura e umidade do ar foram registrados na estufa, com o uso de um Termohigrógrafo, modelo Dickson, com precisão mínima de 95%, instalado em abrigo meteorológico apropriado e posicionado próximo ao centro da estufa, a uma altura de 1,5 m. O registro de temperatura e da umidade relativa no termohigrógrafo foi feito continuamente, 24 horas por dia.

O tanque Classe A foi instalado no centro da estufa em frente ao termohigrógrafo. Os dados externos de evaporação do tanque Classe A foram obtidos da estação meteorológica da Faculdade de Ciências Agrônômicas, distante cerca de 400 metros do local do experimento. A leitura da evaporação do tanque foi realizada com auxílio de um parafuso micrométrico de precisão 0,2 mm, acompanhado por uma bureta e um fio de nylon (marcação de nível).

Os valores médios diários de temperatura e umidade relativa do ar a campo, observados durante o período de avaliação, estão apresentados na figura 1. A Umidade relativa média mensal foi de, aproximadamente, 62,5% para o primeiro ciclo, 50% para o segundo ciclo, 54% para o terceiro ciclo e 61% para o quarto ciclo. As temperaturas médias mensais

foram de 15,5, 18,2, 20,3 e 21,8°C para o primeiro, segundo, terceiro e quarto ciclo, respectivamente.

Distribuição da evaporação no ambiente protegido

A evaporação e a distribuição da energia no interior de túneis plásticos são difíceis de serem estudadas por não haver uma metodologia prática e de baixo custo já estabelecida. Entretanto, o uso de minievaporímetros, uniformemente distribuídos no interior do ambiente protegido, ou mesmo a campo, se mostrou uma metodologia simples e bastante útil no estudo da distribuição de energia, uma vez que a evaporação pode ser convertida em energia.

Analisando-se a distribuição espacializada da evaporação nos minievaporímetros, no período de 7 de maio a 16 de setembro de 2005, basicamente final do outono e inverno, pode-se constatar que ocorreu uma variação espacial na evaporação do ambiente, bem como foram constatadas diferenças estatísticas entre as médias nas diferentes alturas de instalação dos minievaporímetros, como observa-se na figura 2. A diferença mínima significativa pelo teste é apresentada na tabela 1.

Para os minievaporímetros instalados a 40, 80 e 120 cm do solo, constatou-se uma variação semanal

Figura 1. Temperatura e umidade relativa média do ar a campo.

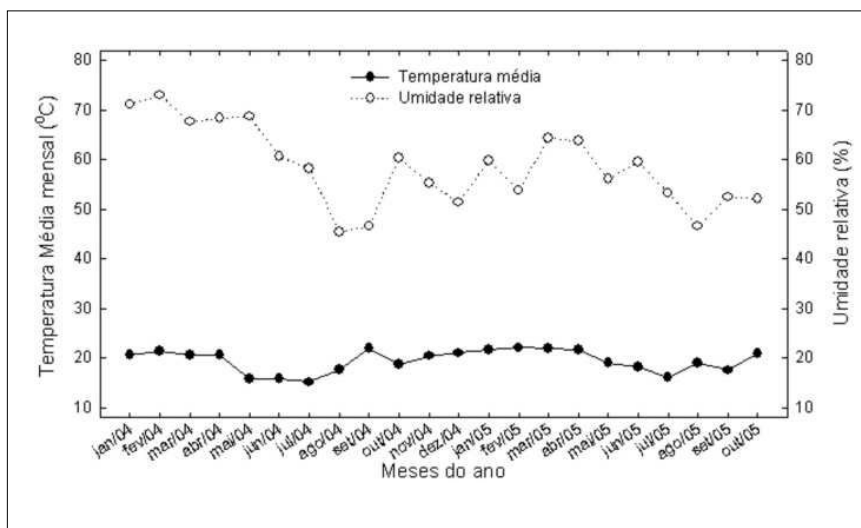


Figura 2. Evaporação semanal para os períodos indicados, em três níveis de instalação, com as diferenças significativas ao teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

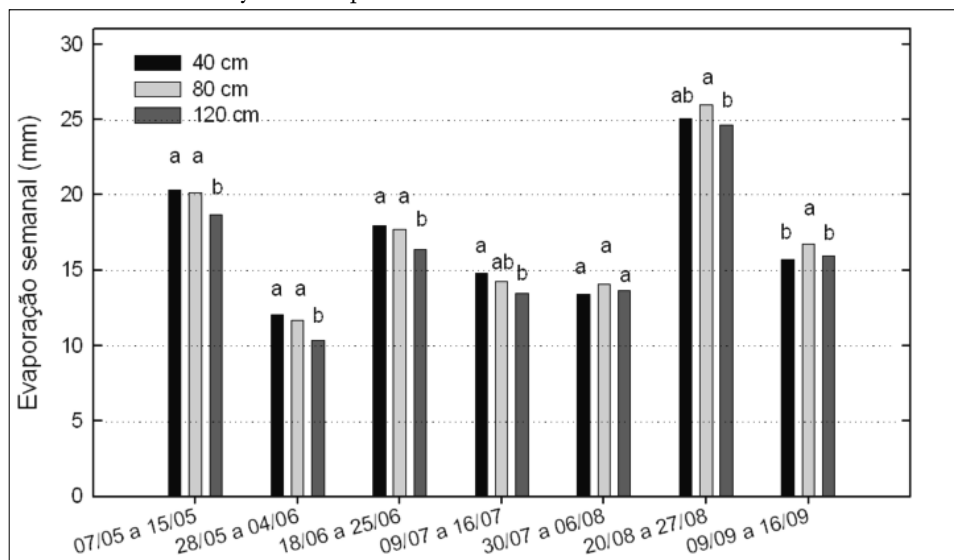


Tabela 1. Diferença mínima significativa pelo teste de Tukey

DMS*	Período						
	7 a 15 de maio	28 de maio a 4 de junho	18 a 25 de junho	09 a 16 de julho	30 de julho a 6 de agosto	20 a 27 de agosto	9 a 16 de setembro
	0,517	0,726	0,649	1,224	0,877	1,224	0,602

* Diferença mínima significativa a 5% de probabilidade de erro pelo teste de Tukey

de 20, 35, 20,50 e 18,66mm, respectivamente, para a semana de 7 a 15 de maio de 2005, apresentando maior evaporação significativa pelo teste de Tukey, para as duas primeiras alturas.

A evaporação para a semana de 28 de maio a 4 de junho de 2005, apresentou os valores de 12,05, 11,73 e 10,38 mm para as alturas, a 40, 80 e 120 cm do solo, respectivamente, perfazendo maior evaporação significativa pelo teste de Tukey, para as duas primeiras alturas, e comportamento semelhante ao constatado na semana estudada em maio, porém, com valores menores de evaporação, ocasionados principalmente pelas baixas temperaturas registradas no período.

A evaporação para as semanas de 18 a 25 de junho, 9 a 16 de julho e 30 de julho a 6 de agosto 2005 apresentou valores semelhantes, um pouco superiores na primeira semana em questão, ficando próximos dos 15 mm por semana, nas diferentes alturas.

Para a semana de 20 a 27 de agosto de 2005, próxima à primavera, os valores de evaporação aumentaram e foram de 26,01 mm para a altura de 80 cm e 25,04 mm para 40 cm, significativamente iguais pelo teste de Tukey, e de 24,63 para 120 mm, diferindo da altura 80 cm e semelhante à altura 40 cm.

Com relação à semana de 9 a 16 de setembro de 2005, com baixas temperaturas, a evaporação na altura de 80 cm foi significativamente maior pelo teste de Tukey, e com média semanal de 16,72 mm, e de 15,72 e 19,93 mm para as alturas 40 e 120 cm, respectivamente, não diferindo estas duas médias pelo mesmo teste.

O ambiente protegido (túnel plástico) estava posicionado no sentido Nordeste-Sudoeste, ficando aproximadamente perpendicular ao movimento aparente do sol. Observou-se que em praticamente todas as semanas observadas a evaporação média foi maior na face voltada para o Sudoeste.

Conclusão

A face sudoeste do ambiente para todo o período estudado apresentou maior evaporação nos minievaporímetros. Ocorreu maior evaporação no ambiente protegido nos meses mais frios do ano

para os minievaporímetros que estavam próximos ao solo

Referências

Apresentadas no final da versão em inglês.