

A Informação Agrometeorológica e o Manejo de Irrigação na Cultura da Videira

Magna Soelma Beserra de Moura

Introdução

O paradigma da agricultura x globalização sugere que o setor agrícola seja cada vez mais competitivo, elevando as produtividades e reduzindo os custos de produção. O planejamento operacional, a agilidade na tomada de decisões e a busca constante de novas tecnologias, visando alcançar a melhor relação custo benefício, se tornam ferramentas essenciais no gerenciamento da propriedade agrícola. Na região do Submédio São Francisco, a utilização destas ferramentas por parte dos agricultores é uma realidade. O processo produtivo incorporou as mais avançadas técnicas de manejo cultural e, através da implantação da rede de estações agrometeorológicas, há a necessidade de se trabalhar com novas linhas de pesquisa que enfoquem a questão do fornecimento de subsídios para a tomada de decisões diárias dentro da propriedade.

As estações agrometeorológicas têm por finalidade monitorar as condições meteorológicas que permitem quantificar a evapotranspiração de referência utilizada no manejo da irrigação e auxiliar na tomada de decisão pelo produtor, de quando aplicar agrotóxicos contra as pragas das culturas, pois geram indicadores auxiliares ao manejo integrado de pragas. Nesse sentido, o objetivo deste trabalho é divulgar como as informações meteorológicas podem ser utilizadas para fornecer parâmetros para o correto manejo de água na videira no Submédio São Francisco.

Aplicações Agrometeorológicas na Cultura da Videira

A agrometeorologia tem se tornado uma ciência cada vez mais ligada às atividades agropecuárias, influenciando na escolha de variedades adaptadas, melhores épocas de plantio e/ou de poda (Pedro Júnior et al, 1993; Leão & Silva, 2003), caracterização térmica ou graus-dia (Pedro Júnior et al, 1994a; Leão & Silva, 2003), previsão de safras (produtividade), previsão de épocas de colheita (Pedro Júnior et al., 1994b), estimativa do teor de sólidos solúveis, épocas favoráveis para pulverizações, manejo da irrigação, dentre outros. Uma atividade que, atualmente, vem se destacando é a geração de sistemas de alerta climáticos para doenças de plantas e necessidades hídricas das culturas.

A previsão da época de maturação ou de colheita é importante ferramenta para o viticultor no planejamento de suas atividades e para os órgãos governamentais no sentido de ter conhecimento da

safrã e do sistema de comercialização (Pedro Júnior & Sentelhas, 2003). A temperatura do ar é o principal fator que influencia no ciclo da videira, desde a poda até a colheita. Os métodos de previsão da época de maturação da videira mais utilizados baseiam-se no acúmulo de graus-dia. O emprego dessa metodologia possibilita o planejamento das épocas de poda e previsão de data de colheita, baseando-se em dados climáticos (temperatura do ar) médios da região (Pedro Júnior & Sentelhas, 2003). Além deste, existem métodos mais dinâmicos que permitem previsões de data de colheita, baseados no acúmulo de graus-dia através de dados diários de temperatura do ar durante o ano de produção. Nesse sentido, Pedro Júnior et al. (1994b) publicaram um modelo que prevê a colheita com 42 dias de antecedência para a videira Niagara Rosada, como sendo:

$$\text{Data de colheita} = \text{data de 1000 Graus-dia} + 42 \text{ dias.}$$

A realização da colheita é definida, inclusive, pelo teor de sólidos solúveis ou açúcares, e um dos fatores que contribuem para um maior ou menor acúmulo de açúcares nos frutos é o clima. Nesse sentido, Pedro Júnior et al. (1997) encontrou uma equação para estimativa do teor de sólidos solúveis na videira Niagara Rosada em função dos dados meteorológicos, como: **Brix = -13,2 + 0,0137 Graus-dia + 0,0066 Chuva**, em que Brix é a estimativa do teor de sólidos solúveis (°Brix). Muitos destes estudos foram realizados para cultivares de uva diferentes das produzidas no Vale do Submédio São Francisco e para outras regiões produtoras de uva do Brasil, havendo, assim, a necessidade de implementá-los para a região semi-árida de Pernambuco e Bahia, que já apresentam elevados níveis tecnológicos de produção.

Um grande avanço da agrometeorologia no Submédio São Francisco ocorreu com a implantação do Programa de Produção Integrada de Frutas, em meados de 1999, sob a coordenação da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA, por meio da Embrapa Semi-árido e Embrapa Meio Ambiente, em parceria com o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, o Conselho de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq e a Associação dos Produtores Exportadores de Hortigranjeiros e Derivados do Vale do São Francisco - VALEXPORT. Visando a implementação do Programa, foi instalada nesta região uma moderna rede de estações agrometeorológicas automáticas (REA) com a finalidade de monitorar as condições meteorológicas que permitem quantificar a evapotranspiração de referência utilizada no manejo da irrigação e auxiliar na tomada de decisão pelo produtor, de quando aplicar agrotóxicos contra as pragas das culturas, pois geram indicadores auxiliares ao manejo integrado de pragas.

Rede de Estações Agrometeorológicas

A rede de estações agrometeorológicas (REA) é composta por sete estações agrometeorológicas automáticas localizadas nos municípios de Petrolina-PE; Juazeiro, Casa Nova e Curaçá-BA (Figura 1). As estações agrometeorológicas automáticas (Figura 2) estão instaladas em fazendas produtoras de

frutas, dentro de uma área cercada e gramada, com dimensões de 10 x 10 metros. As mesmas funcionam em rede e estão equipadas com instrumentos eletrônicos capazes de monitorar os elementos agrometeorológicos a cada 60 segundos e armazenar médias de cada um a cada 30 minutos. Dentre os quais, destacam-se:

- **Sensor de temperatura e umidade relativa do ar:** é um instrumento constituído de dois sensores, sendo um utilizado para medir a temperatura (°C) e outro a umidade relativa do ar (%) (Figura 3a).

- **Sensor de molhamento foliar:** esse sensor simula a superfície de uma folha e mede a quantidade de horas que a mesma fica molhada durante um dia, ou seja, o índice de molhamento foliar (Figura 3b).

- **Anemômetro:** é um instrumento constituído de dois sensores, sendo um responsável pela medição da velocidade do vento e o outro pela direção do vento. A velocidade do vento é medida em m/s e a direção em graus (Figura 3c).

- **Pluviômetro:** é um instrumento utilizado para o registro contínuo da precipitação (chuva), que é medida em milímetros (mm) através deste instrumento. Sua precisão é de 0,254 mm (Figura 3d).

- **Radiômetro:** é um instrumento utilizado para medir a radiação solar incidente à superfície (Figura 3e).

- **Saldo Radiômetro:** é um instrumento utilizado para medir o saldo de radiação à superfície, que é a principal fonte de energia utilizada nos processos químicos, físicos e biológicos que ocorrem na folha. Ou seja, o saldo de radiação é a quantidade de energia disponível para os processos de evapotranspiração e aquecimento do ambiente (do ar, do solo e da água) (Figura 3f).

Este parâmetro é um dos principais componentes da equação FAO-Penman-Monteith (Allen et al., 1998) utilizada para estimar a evapotranspiração de referência (ET_o).

- **Fluxímetro:** é um instrumento utilizado para medir o fluxo de calor no solo. Este elemento também é componente da equação FAO-Penman-Monteith (Allen et al., 1998) utilizada para determinação da ET_o.

- **Sensor de temperatura do solo:** é um instrumento utilizado para medir a temperatura do solo.

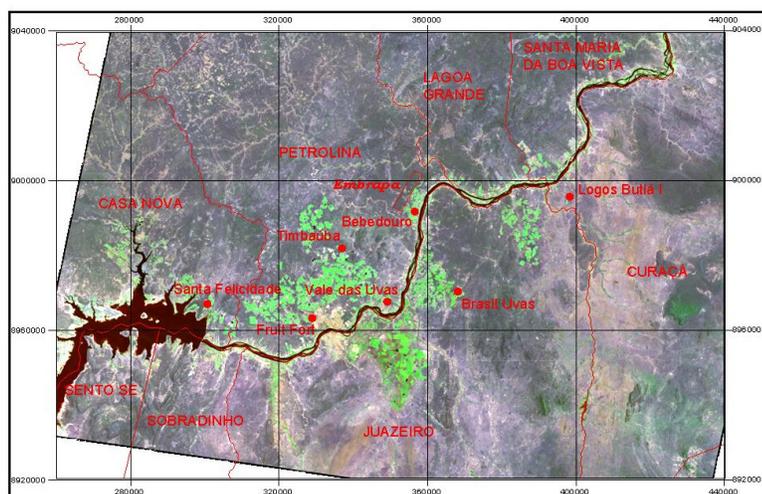


Figura 1. Mapa de localização das estações agrometeorológicas automáticas instaladas no Submédio São Francisco.



Figura 2. Estação Agrometeorológica Automática instalada no Campo Experimental de Bebedouro da Embrapa Semi-Árido, Petrolina-PE

Cada estação agrometeorológica está equipada com um sistema de rádio-modem para transmissão dos dados médios até à estação base, que está localizada na Embrapa Semi-Árido. Assim, diariamente os dados de cada uma das estações são transmitidos via rádio e armazenados em um computador. Posteriormente, os mesmos são analisados e preparados para disponibilização ao público, no *site* da Embrapa Semi-árido (www.cpatas.embrapa.br/dadosmet.htm) como valores médios, máximos e mínimos da temperatura ($^{\circ}\text{C}$) e da umidade relativa do ar (%); médias do período diurno da radiação

solar global (MJ/m^2), do saldo de radiação (MJ/m^2) e do fluxo de calor no solo (MJ/m^2); velocidade do vento média diária (m/s); direção predominante do vento (graus); número de horas de molhamento foliar (horas); precipitação total diária (mm) e evapotranspiração de referência (mm/dia). As informações da *home page* (Figura 4) são atualizadas diariamente, exceto feriados e finais de semana.

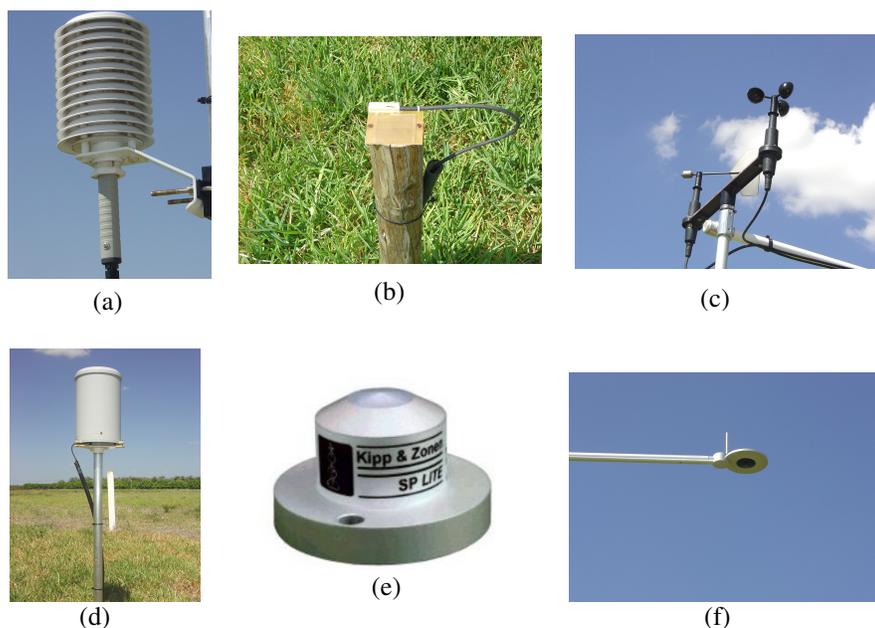
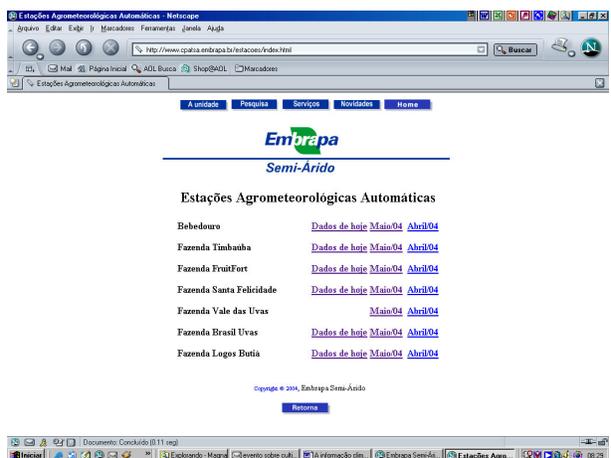
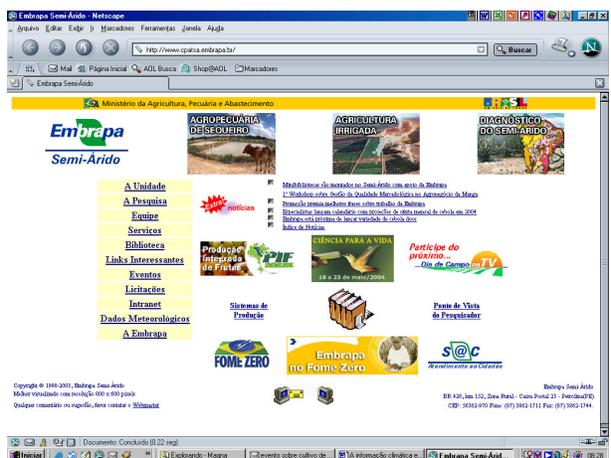


Figura 3. Equipamentos instalados nas estações agrometeorológicas para medir a temperatura e umidade relativa do ar (a), molhamento foliar (b), velocidade e direção do vento (c), precipitação (d), radiação solar incidente (e) e saldo de radiação à superfície (f)

Todas as fazendas cuja área estiver dentro de um raio de até 40 Km de uma das estações agrometeorológicas da rede podem utilizar seus dados para manejo de pragas e de irrigação. O ideal seria que cada empresa/produtor tivesse sua própria estação agrometeorológica (convencional ou automática), assim os dados seriam mais representativos para cada condição em particular. Existem diversos tipos de estações agrometeorológicas no mercado, sendo a maioria composta de sensores de temperatura e de umidade relativa do ar, radiação solar global, velocidade e direção do vento, molhamento foliar, evaporação do tanque Classe A e precipitação, dentre outros, dos mais variados modelos. O produtor que não possui uma estação agrometeorológica completa e, estiver interessado em utilizar instrumentos mais simples para leitura da temperatura e umidade relativa do ar, precipitação e evaporação pode utilizar um dos seguintes: termohigrógrafo, termógrafo e higrógrafo (que registram em um diagrama, os valores diários da temperatura e da umidade relativa do ar), termômetros de máxima e mínima (onde se lê a temperatura máxima e mínima) e psicrômetros (instrumento composto por dois termômetros iguais que medem a temperatura de bulbo úmido e de bulbo seco). Com o psicrômetro é possível obter dados de temperatura do ar, temperatura do ponto de orvalho, razão de mistura, umidade específica, umidade absoluta, pressão de vapor e umidade relativa do ar. A opção por

um destes instrumentos requer sua instalação dentro de um abrigo de instrumentos, montado sobre um suporte de madeira, colocado em área gramada e cercada (Figura 5).



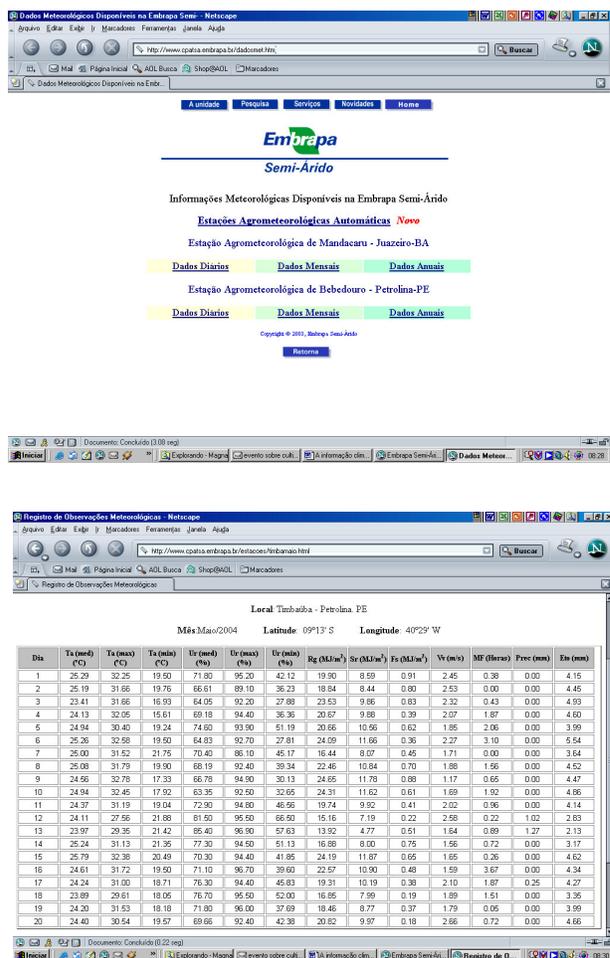


Figura 4. Forma de disponibilização dos dados agrometeorológicos na internet. Embrapa Semi-Árido, Petrolina - PE



(a)



(b)

Figura 5. Abrigo meteorológico com a porta fechada (a) e abrigo meteorológico com a porta aberta (b), onde se observam o termohigrógrafo e o psicrômetro.

Para medir a chuva existem diversos modelos de pluviômetros, alguns mais precisos que outros. Os mais usados e mais simples são os de acrílico, que são instalados em um suporte de madeira, sendo a leitura realizada em uma escala milimetrada gravada no próprio aparelho. Deve-se ter o cuidado de instalá-lo distante da influência de árvores, prédios, postes ou qualquer outro obstáculo que impeça a livre entrada de água proveniente da chuva no aparelho. Devido a grande variabilidade da chuva no sertão semi-árido, recomenda-se que seja instalado pelo menos um pluviômetro a cada 50 ha de uva (Haji, et al., 2003a).

O tanque Classe A (Figura 6) é um instrumento de medida da evaporação da água em uma superfície livre, amplamente utilizado para estimar a evapotranspiração de referência (ET_o). Trata-se do tanque evaporimétrico utilizado em toda rede de estações agrometeorológicas do Brasil. Em se tratando de um método simples de determinação da evapotranspiração de referência (ET_o) é bastante difundido no meio agrícola, de onde os produtores estimam as necessidades de irrigação das culturas.



Figura 6. Tanque evaporimétrico Classe A com área de bordadura gramada e anemômetro

Informações Agrometeorológicas e o Manejo de Irrigação

O manejo de irrigação das culturas deve ser realizado com base em informações da demanda atmosférica local e da cultura em suas diferentes fases fenológicas. Nesse sentido, a utilização da evapotranspiração de referência (ET_o) é necessária para a administração correta da água de irrigação.

Existem diversos métodos de determinação da evapotranspiração de referência (ET_o). Dentre os mais simples e usuais, destaca-se o método do tanque Classe A. O tanque Classe A é um instrumento de medida da evaporação da água em uma superfície livre, bastante difundido no meio agrícola, de onde os produtores estimam as necessidades de irrigação das culturas.

O tanque Classe A pode ser instalado sobre uma superfície gramada (Figura 7a) ou de solo descoberto, sem vegetação (Figura 7b). Essa informação deve ser considerada durante a escolha do coeficiente de tanque (K_p), uma vez que o tipo e a distância da superfície circundante ao tanque são essenciais na escolha do K_p, de acordo com a Tabela 1. Nas medidas da evaporação do tanque podem estar implícitas várias fontes de erro, observacionais ou não, como por exemplo, os erros decorrentes do observador no ato da realização das medidas manuais, do consumo de água por animais, da chuva e de vazamentos imperceptíveis. Além desses erros, existe também o erro resultante da utilização de um coeficiente de tanque médio (0,75), fato este que ocorre na maioria das fazendas equipadas com tanque Classe A do pólo frutícola de Petrolina-PE/Juazeiro-BA.

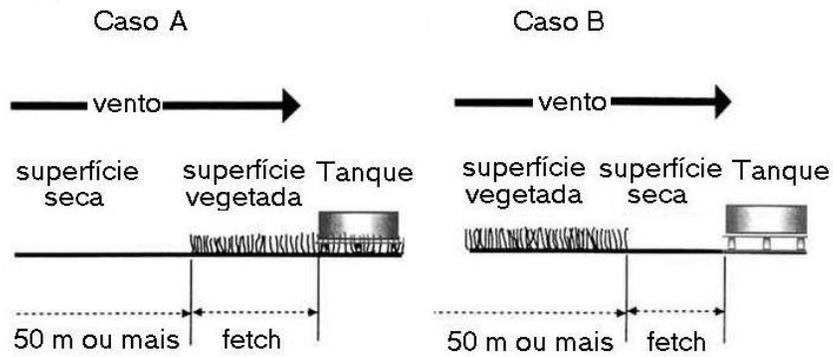


Figura 7. Instalação do tanque Classe A de acordo com a superfície circundante: (a) superfície vegetada e (b) superfície seca, de solo descoberto (Fonte: Adaptado de Allen et al., 1998)

Tabela 1. Coeficiente de tanque Classe A (Kp), para diferentes coberturas vegetais, condições de umidade relativa do ar (UR) e total diário da velocidade do vento

Vento (Km/dia)	Tamanho da bordadura (metros)	Tanque colocado em área cultivada com vegetação baixa			Tanque colocado em área não cultivada		
		Umidade relativa média (%)			Umidade relativa média (%)		
		Baixa < 40	Média 40 - 70	Alta > 70	Baixa < 40	Média 40 - 70	Alta > 70
Leve <175	1	0,55	0,65	0,75	0,7	0,8	0,85
	10	0,65	0,75	0,85	0,6	0,7	0,8
	100	0,7	0,8	0,85	0,55	0,65	0,75
	1000	0,75	0,85	0,85	0,5	0,6	0,7
Moderado 175 - 425	1	0,5	0,6	0,65	0,65	0,75	0,8
	10	0,6	0,7	0,75	0,55	0,65	0,7
	100	0,65	0,75	0,8	0,5	0,6	0,65
	1000	0,7	0,8	0,8	0,45	0,55	0,6
Forte 425-700	1	0,45	0,5	0,6	0,6	0,65	0,7
	10	0,55	0,6	0,65	0,5	0,55	0,65
	100	0,6	0,65	0,7	0,45	0,5	0,6
	1000	0,65	0,7	0,75	0,4	0,45	0,55
Muito forte >700	1	0,4	0,45	0,5	0,5	0,6	0,65
	10	0,45	0,55	0,6	0,45	0,5	0,55
	100	0,5	0,6	0,65	0,4	0,45	0,5
	1000	0,55	0,6	0,65	0,35	0,4	0,45

Fonte: Pereira et al, 1997

Em pesquisa recente, Moura & Soares (2004) constataram um Kp médio anual igual a 0,5942 para as condições locais de Petrolina-PE, variando entre 0,53 e 0,70 (dados não publicados). Com isso constata-se uma superestimativa dos valores da ETo determinados pelo tanque classe A quando comparados com o método padrão recomendado pela FAO. Esse valor ainda necessita ser testado antes de utilizado na prática.

O método do tanque classe A é uma realidade em muitas fazendas produtoras de uva, e sua utilização na determinação da ETo é realizada por meio da seguinte equação:

$$ETo = Et \times Kp \quad (1)$$

onde ETo é a evapotranspiração de referência pelo tanque Classe A (mm.dia^{-1}), Et é a lâmina diária de água evaporada do tanque Classe A (mm.dia^{-1}) e Kp é o coeficiente de tanque, adimensional.

O método padrão para estimativa da evapotranspiração de referência é o modelo de Penman-Monteith parametrizado pela FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). Devido ao elevado número de parâmetros necessários para o cômputo da ETo por este método, sua aplicabilidade tornou-se uma realidade no Vale do Submédio São Francisco quando as estações meteorológicas automáticas

foram aqui instaladas. Esta equação é considerada um método combinado de determinação de evapotranspiração de referência. A parametrização padroniza a cultura de referência como uma cultura hipotética de resistência aerodinâmica de 70 s m^{-1} , cobrindo totalmente o solo com uma altura de 12 cm e albedo de 0,23 (Allen et al., 1998). A aplicação de tal metodologia é facilitada pelo uso de planilhas eletrônicas e programas computacionais capazes de manipular um grande número de dados. Deste modo, deve ser incentivada para adoção pelos produtores de frutas da região do Submédio São Francisco.

As estações agrometeorológicas automáticas da rede de estações coordenada pela Embrapa Semi-árido estão equipadas com sensores que medem todos os elementos meteorológicos necessários à obtenção da evapotranspiração de referência (ET_o) pelo método proposto pela FAO (Allen et al., 1998). Deste modo, diariamente a ET_o é calculada e disponibilizada para todos os produtores da região, como segue:

$$ET_o = \frac{0,408\Delta(Rn - G) + \gamma \frac{900}{T + 273} v_2 (e_s - e)}{\Delta + \gamma(1 + 0,3v_2)} \quad (2)$$

em que Rn é o saldo de radiação ($\text{MJ.m}^{-2}.\text{dia}^{-1}$), medido através do saldo radiômetro; G é o fluxo de calor no solo ($\text{MJ.m}^{-2}.\text{dia}^{-1}$); T é a temperatura média do ar ($^{\circ}\text{C}$) à 2 metros de altura; v_2 é a velocidade do vento à 2 metros de altura (m.s^{-1}); e_s é a pressão de saturação de vapor (Kpa); e é a pressão atual de vapor (Kpa); Δ é a inclinação da curva de pressão de vapor ($\text{Kpa.}^{\circ}\text{C}^{-1}$); γ é a constante psicrométrica ($\text{Kpa.}^{\circ}\text{C}^{-1}$). Para maiores detalhes ver ALLEN et al., (1998) e PEREIRA et al, (1997).

A determinação da evapotranspiração da cultura (ET_c, mm.dia^{-1}) é realizada através do conhecimento da evapotranspiração de referência (ET_o, mm.dia^{-1}) e dos coeficientes de cultura (Kc) para cada fase fenológica de cada variedade de uva cultivada, como sendo:

$$ET_c = ET_o \times Kc \quad (3)$$

Deste modo, torna-se imprescindível o conhecimento dos coeficientes da cultura da videira para a realização do correto manejo de irrigação, considerando-se as necessidades da cultura para seu desenvolvimento pleno em cada fase fenológica e a demanda atmosférica local. Existem diversos resultados de pesquisa em que foram determinados valores de Kc para a videira, dentre os mais recentes destacam-se: Soares et al. (2003) e Teixeira et al. (2003).

Conclusões

A utilização da evapotranspiração de referência (ET_o) e do coeficiente de cultura (K_c) para o manejo da irrigação das culturas pode garantir a aplicação da quantidade de água necessária para o desenvolvimento da cultura de acordo com suas fases fenológicas, reduzindo, em muitos casos a aplicação excessiva de água e os danos causados por essa prática, como verificado por Moura (2001) para a goiabeira. Neste caso, os valores da evapotranspiração da cultura foram convertidos em volume de água evapotranspirada com a finalidade de compará-la com as irrigações aplicadas no pomar. Os resultados obtidos evidenciaram que as irrigações durante todo o ciclo da cultura foram muito superiores às suas necessidades hídricas, sendo que as diferenças médias para cada fase chegaram a 421,9% nas fases de brotação e início do crescimento vegetativo; 287,8% durante o crescimento vegetativo pleno e a floração; 118,1% na fase de crescimento de frutos e 68,4% durante a maturação e colheita dos frutos. Para a videira essa não é a realidade, pois muitos produtores já realizam o manejo da irrigação, mas deixa clara a necessidade de que todos o façam, pois as reservas hídricas do planeta estão se exaurindo e, o setor que mais utiliza água é o setor agrícola, sendo responsável por cerca de 70% do consumo hídrico do planeta. Assim, com o correto manejo da irrigação, baseado em dados de coeficiente de cultura para cada fase fenológica e dados de evapotranspiração de referência será possível à realização da correta aplicação de água, de acordo com a demanda hídrica das culturas e do ambiente local.

Referências Bibliográficas

- ALLEN, R. G., PEREIRA, L. S., RAES, D., SMITH, M. **Crop evapotranspiration** - Guidelines for computing crop water requirements. Rome; FAO, 1998. P. (FAO. Irrigation and Drainage. Paper; 56).
- Haji, F. N. P., LOPES, P. R. C., MOREIRA, A. N., COSTA, V. S. O. Normas técnicas e documentos de acompanhamento da produção integrada de uvas finas de mesa. Petrolina, PE, Embrapa Semi-Árido, 2003. 74 p. (Embrapa Semi-Árido. Documentos; 184).
- LEÃO, P. C. de S. ; SILVA, E. E. G. Caracterização fenológica e requerimentos térmicos de variedades de uvas sem sementes no Vale do São Francisco. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 25, n. 3, p. 379-382, dez. 2003.

MOURA, M. S. B. **Fenologia e consumo hídrico da goiabeira (*Psidium guajava* L.) irrigada.** 2001. 124 f. Dissertação (Mestrado)- Universidade Federal da Paraíba, Campina Grande.

MOURA, M. S. B. ; SOARES, J. M. Comparação entre a evapotranspiração de referência obtida pelo tanque "classe a" e pela equação Fao-Penman-Monteith nas condições semi-áridas de Petrolina – PE. Trabalho a ser apresentado no XIII CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, a ser realizado nos dias 29/08-03/09/2004 em Fortaleza – CE

PEDRO JÚNIOR, M. J. ; SENTELHAS, P. C. **Clima e produção.** In: POMMER, C.V. **Uva:** tecnologia de produção, pós-colheita, mercado. Porto Alegre, Ed. Cinco Continentes, 2003. p. 63- 107.

PEDRO JÚNIOR, M. J., POMMER, C. V., MARTINS, F. P. Curvas de maturação e estimativa do teor de sólidos solúveis para a videira `Niagara Rosada` com base em dados meteorológicos. **Bragantia**, Campinas, v.56, n. 2, p. 317-321, 1997.

PEDRO JÚNIOR, M. J.; SENTELHAS, P. C.; MARTINS, F. P. Previsão agrometeorológica da data de colheita para a videira `Niagara Rosada`. **Bragantia**, Campina, v. 53, n. 1, p. 113-119, 1994b.

PEDRO JÚNIOR, M. J.; SENTELHAS, P. C.; POMMER, C.V.; MARTINS, F. P.; GALLO, P. B.; SANTOS, R. R., BOVI, V.; SABINO, J. C. Caracterização fenológica da videira `Niagara Rosada` em diferentes regiões paulistanas. **Bragantia**, Campina, v. 52, n. 2, p. 153-160, 1993.

PEDRO JÚNIOR, M. J., SENTELHAS, P. C., POMMER, C. V., MARTINS, F. P. Determinação da temperatura-base, graus-dia e índice biometeorológico para a videira `Niagara Rosada`. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 2, n. 1, p. 51-56, 1994a.

PEREIRA, A. R.; VILLA NOVA, N. A.; SEDIYAMA, G. C. **Evapo(transpi)ração.** Piracicaba, FEALQ, 1997. 183 p.

SOARES, J. M.; SILVA, B. B.; AZEVEDO, P. V. Coeficiente de cultura da videira Festival obtido pelo balanço de energia baseado na razão de Bowen sob irrigação localizada no Submédio São Francisco. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 13., 2003, Santa Maria .– **Anais...** Santa Maria: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia, 2003, 1 CD-ROM.

TEIXEIRA, A. H. C., BASSOI, L. H., SILVA, T. G. F. Consumo hídrico em um cultivo orgânico de videira para uva de mesa. In: CONGRESSO NACIONAL DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM, 8. , 2003, Juazeiro , BA. **Anais...** Juazeiro, BA: Sociedade Brasileira de Irrigação e Drenagem, 2003, 1 CD-ROM.