

ESTIMATIVA DA EVAPOTRANSPIRAÇÃO DA VIDEIRA PARA VINHO UTILIZANDO O BALANÇO DE ENERGIA E A METODOLOGIA PROPOSTA PELA FAO¹

A. H. de C. TEIXEIRA², L. H. BASSOI³, T. G. F. da SILVA⁴

RESUMO

A evapotranspiração (ET_c) e o coeficiente de cultura (K_c) foram estimados para a videira para vinho, irrigada por gotejamento, durante um ciclo de produção, no segundo semestre de 2002, em Lagoa Grande, Pernambuco, Brasil. O objetivo desse trabalho foi o de obter orientações para o manejo de irrigação nessa cultura, cuja área cultivada encontra-se em expansão no Vale do São Francisco. A ET_c foi obtida pelos métodos do balanço de energia e da FAO (Boletim 56), enquanto que a evapotranspiração de referência (ET_0) foi estimada pelo método de Penman-Monteith, com a utilização de uma estação agrometeorológica automática. A ET_c acumulada, obtida pelo método do balanço de energia entre a poda (Julho de 2002) e a colheita (Novembro de 2002), foi de 626mm, correspondendo a um valor médio de $4,57 \pm 0,96$ mm/dia, enquanto que, quando se usou a metodologia da FAO, esses valores foram de 560mm e $4,09 \pm 0,8$ mm, respectivamente. Os valores mínimos de 2,04mm/dia e 2,25mm/dia, ocorreram durante o período inicial, enquanto os valores máximos (6,3mm/dia e 6,06mm/dia) ocorreram no 103º dia, após a poda (Outubro de 2002), quando foram usados o método do balanço de energia e a metodologia da FAO, respectivamente. Os valores de coeficiente de cultura variaram de 0,7 a 0,97 pelo balanço de energia, e de 0,51 a 0,86 pelo método da FAO. Os resultados evidenciaram que os valores tabelados de K_c , no boletim 56 da FAO, podem diferenciar dos valores obtidos localmente, mesmo após a aplicação das equações de adaptação para as condições climáticas locais.

¹ Trabalho financiado parcialmente pelo Banco do Nordeste.

² Pesquisador, M.Sc., Embrapa Semi-Árido, Caixa Postal 23, 56302-970, Petrolina-PE, fone: (87)38621711, ramal 119, e-mail: heribert@cpatsa.embrapa.br

³ Pesquisador, Dr., Embrapa Semi-Árido, Petrolina-PE, e-mail: lhbassoi@cpatsa.embrapa.br

⁴ Graduando em Agronomia, UNEB, Juazeiro – BA

PALAVRAS-CHAVE

Vitis vinifera L., consumo de água, manejo de irrigação

ESTIMATION OF EVAPOTRANSPIRATION OF WINEGRAPE BY USING AN AUTOMATIC AGROMETEOROLOGICAL STATION

ABSTRACT

The crop evapotranspiration (ET_c) and crop coefficient (K_c) of drip irrigated winegrapes were estimated along one growing season at Lagoa Grande, Pernambuco state, Brazil. The objective of this study was to provide useful guidelines to the winegrape irrigation scheduling. The ET_c was estimated by the energy balance and FAO methods, while the reference evapotranspiration (ET_0) was obtained by the Penman-Monteith method using an agrometeorological automatic station. From pruning (July 2002) to harvest (November 2002), the accumulated ET_c estimated by the energy balance was 626mm, corresponding to an average value of 4.57 ± 0.96 mm/day, while estimations by FAO method were 560mm and 4.09 ± 0.8 mm, respectively. The minimum values of 2.04mm/day and 2.25 mm/day occurred during the initial period, while the maximum ones (6.3mm/day and 6.06 mm/day) appeared in the 103rd day after pruning (October, 2002), for the the energy balance and FAO methods, respectively. K_c values ranged from 0.7 to 0.97 and from 0.51 to 0.86 for the energy balance and FAO methods, respectively. The results showed that the K_c values recommended by FAO deviated from those obtained in situ even using the equations of adjustment for the local climatic conditions.

KEY WORDS

Vitis vinifera L., water consumption, irrigation scheduling

INTRODUÇÃO

O mercado brasileiro do vinho, com um consumo de nove a dez milhões de caixas por ano, chegou a ter uma participação de 35% do produto estrangeiro em 1995. Em 1997, essa fatia diminuiu para 27% (UVA, 1999). O recente aumento do cultivo da videira para vinho, na área irrigada, correspondente à bacia hidrográfica do Vale do São Francisco, deve-se, entre outros fatores, ao suprimento de radiação solar para a atividade fotossintética das plantas durante todo o ano, devido à localização em baixa latitude. A deficiência e o excesso hídricos afetam de maneira marcante o desenvolvimento da videira, o que pode comprometer a qualidade final do vinho. Em Pernambuco, a viabilidade do cultivo da videira ocorre com escassez de precipitação pluvial (Teixeira & Azevedo, 1996), sendo a heterogeneidade espacial e temporal suprida pela irrigação (TEIXEIRA, 2000).

Os recentes avanços em tecnologias computacionais têm levado os produtores de uvas para vinho da região a terem acesso a dados climáticos de estações agrometeorológicas automáticas para o manejo de irrigação. Estas estações possibilitam a estimativa da evapotranspiração da cultura (ET_c), através do uso dos coeficientes de cultura (K_c) conjuntamente com a evapotranspiração de referência (ET_0), permitindo um critério bastante prático e racional para o manejo de água.

A ET_0 refere-se à grama, adotada como cultura de referência. A razão entre a evapotranspiração, em ótimas condições agronômicas da cultura, e a evapotranspiração de referência origina os valores de K_c , que dependem do estágio de desenvolvimento do sistema de irrigação, da configuração de plantio, das condições meteorológicas reinantes e, ainda, segundo SENTELHAS et al. (1999), se foram obtidos com dados climáticos de estações agrometeorológicas convencionais ou automáticas. Portanto, a rigor, devem ser considerados valores de coeficiente de cultura para cada caso específico.

Segundo ALLEN et al. (1998), a evapotranspiração de uma cultura (ET_c), em condição padrão, ocorre quando a mesma encontra-se em bom estado fitossanitário, com boa fertilização, cultivada em áreas grandes, sob condições ótimas de umidade do solo e apresentando o seu potencial de produção para uma dada condição climática. Estes autores apresentam uma metodologia para a obtenção da evapotranspiração, a partir de valores tabelados de K_c que geram uma curva para quatro estações de desenvolvimento da cultura. Os valores tabelados foram determinados em regiões de clima subúmido. Para utilização destes,

em regiões de clima diferente, os autores elaboraram fórmulas de adaptação. Estas equações levam em consideração a umidade relativa mínima, a velocidade do vento e a altura da cultura. Em relação à uva de mesa, os valores tabelados são 0,30, para a estação inicial; 0,85, para a fase de estação média, e 0,45, para a fase de estação final. Considerando-se uva para vinho, a única diferença nos valores de K_c é para a estação média, que é de 0,7.

Em relação à videira de mesa, utilizando o método do balanço de energia, com base na razão de Bowen, no município de Petrolina-PE, TEIXEIRA et al. (1999) encontraram taxas de evapotranspiração entre 2,8 a 7,0 mm/dia, ao longo do ciclo produtivo da variedade Itália, irrigada por microaspersão, correspondendo a um valor médio de 4,2 mm/dia, durante um ciclo de junho a setembro, totalizando um consumo hídrico de 503 mm. Os valores de coeficiente de cultura se apresentaram entre 0,60 e 1,15.

Em relação ao cultivo da videira para vinho, nenhum estudo foi realizado no Vale do Rio São Francisco, no sentido de se obter uma estimativa do consumo hídrico da cultura para o ciclo total da cultura. Tendo-se, em vista, a difusão de estações agrometeorológicas automáticas na região, atualmente com funcionamento de uma rede destas conectadas por telemetria, o presente trabalho objetivou, principalmente, a obtenção e a comparação dos valores de evapotranspiração e de coeficiente de cultura com a utilização do balanço de energia e a metodologia do boletim 56 da FAO.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Fazenda Vitivinícola Santa Maria, em Lagoa Grande, PE (Lat. 09°02' S; Long. 40°11' W). O clima da região é do tipo BSw^h, segundo a classificação de Köppen, que corresponde a uma região climaticamente árida, cuja quadra chuvosa vai de janeiro a abril.

A cultura estudada foi a videira para vinho (*Vitis vinifera L.*), cv. Petit Sirah sobre o porta-enxerto IAC 572, com 11 anos de idade, espaçamento de 1,2m x 3,5m, conduzida em sistema de espaldeira e irrigada por gotejamento em uma área de 4,13 hectares, circundada por outras áreas cultivadas com videira para vinho.

Visando assegurar condições de umidade do solo para que ocorresse a evapotranspiração em nível máximo, o potencial matricial (Ψ_m) de água no solo foi monitorado com tensiômetros às profundidades de 20, 40, 60 cm. As leituras tensiométricas

foram realizadas semanalmente. Amostras de solo deformadas foram coletadas a 0-20, 20-40 e 40-60 cm de profundidade, para a determinação da curva de retenção de água.

Para determinação da evapotranspiração da cultura foram realizadas medições do saldo de radiação (R_n), com dois saldo-radiômetros a 0,5m acima da folhagem de duas fileiras de planta, do fluxo de calor no solo (G), com quatro fluxímetros de solo a 2cm de profundidade, sob duas fileiras de plantas e dos gradientes de temperatura do ar e de pressão do vapor com quatro termopares de cobre-constantan, sendo dois pares de sensores seco e úmido, em dois níveis acima da folhagem (0,5m e 2m). Os dados foram coletados, através de um sistema automático de coleta (Micrologger CR10X da Campbell Scientific), que foi programado para efetuar aquisições a cada cinco segundos e armazenar médias a cada dez minutos, sendo posteriormente coletados com módulo de armazenamento e descarregados em microcomputador para a obtenção dos valores dos fluxos radiativos diários.

A partir das medições do saldo de radiação, do fluxo de calor no solo, dos gradientes de temperatura do ar (ΔT) e temperatura úmida (ΔTU), e utilizando-se a equação simplificada do balanço de energia (equação 1), foram calculados os fluxos de calor latente de evaporação (LE) (equação 2) e o fluxo de calor sensível (H) (equação 3), empregando-se a razão de Bowen (β) segundo WEBB (1965) (equação 4):

$$R_n + LE + G + H = 0 \quad (1)$$

$$LE = - \frac{R_n + G}{1 + \beta} \quad (2)$$

$$H = - (R_n + LE + G) \quad (3)$$

$$\beta = \left(\frac{\Delta + \gamma}{\gamma} \cdot \frac{\Delta TU}{\Delta T} - 1 \right)^{-1} \quad (4)$$

onde Δ é a tangente à curva de saturação do vapor d'água no ar ($\text{mb } ^\circ\text{C}^{-1}$) em função da temperatura média do termômetro de bulbo úmido, entre os dois níveis onde os termopares foram instalados; e γ é o coeficiente psicrométrica ($0,66 \text{ mb } ^\circ\text{C}$).

O fluxo de calor latente transformado em milímetros de água evapotranspirada foi considerado como sendo a evapotranspiração da cultura em condição padrão (ET_c).

Para o cálculo de ET_0 pelo método de Penman-Monteith foram utilizados dados climáticos obtidos na estação agrometeorológica automática junto à área experimental e aplicados na equação seguinte (ALLEN et al, 1998):

$$ET_0 = \frac{0,408\Delta(R_n - G) + \gamma \frac{900}{T + 273} U_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma(1 + 0,34U_2)} \quad (5)$$

onde ET_0 é a evapotranspiração de referência (mm.d^{-1}); R_n o saldo de radiação à superfície ($\text{MJ.m}^2.\text{d}^{-1}$); G o fluxo de calor sensível no solo ($\text{MJ.m}^2.\text{d}^{-1}$); T a temperatura média do ar ($^\circ\text{C}$); U_2 a velocidade do vento a 2m de altura (m.s^{-1}); $(e_s - e_a)$ o déficit de pressão do vapor (kPa); Δ a declividade da curva de pressão de saturação do vapor ($\text{kPa.}^\circ\text{C}^{-1}$); e 900 um fator de conversão.

Com a razão ET_c/ET_0 , foram determinados os valores do coeficiente de cultura da videira para vinho (K_c), através do método do balanço de energia, com base na razão de Bowen, da poda em 07 de julho de 2002 à colheita em novembro de 2002, gerando uma curva que pôde ser descrita segundo uma função polinomial de segundo grau. Em relação à metodologia proposta pela FAO (ALLEN et al., 1998), o valor do coeficiente de cultura inicial foi obtido através do diagrama proposto no Boletim 56, que considera o tipo de solo, a evapotranspiração de referência no período e o suprimento de água para a cultura. Para os outros valores de K_c estes foram calculados da tabela fornecida no referido boletim, ajustando-os através da seguinte equação, tanto para a estação média (início do florescimento ao início da maturação), como para a estação tardia (início da maturação à colheita).

$$K_c(\text{med,tard})=K_c(\text{Tab})_{\text{med,tard}}+[0,04(u_2-2)-0,004(U_{\text{rmin}}-45)] \left(\frac{h}{3}\right)^{0,3}$$

(6)

onde $K_c(\text{Tab})_{\text{med, tard}}$ são os valores tabelados para as estações média e tardia, u_2 e U_{rmin} são os valores médios da velocidade do vento à 2m de altura e da umidade relativa mínima para as referidas estações de desenvolvimento da cultura, e h é a altura média da vegetação. Após a determinação desses valores, a curva do K_c foi traçada, considerando-se quatro estações de desenvolvimento da cultura, durante o período da poda à colheita dos frutos (ALLEN et al., 1998) . Após as estimativas dos coeficientes de cultura pelos dois métodos, estes foram comparados através de gráfico em função do dia após a poda (DAP), bem como os valores de evapotranspiração estimados pelos diferentes valores de K_c

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A disponibilidade de água no solo até 60 cm de profundidade manteve-se elevada durante o ciclo da cultura (Figura 1), e considerando-se a profundidade efetiva de raízes de videira em solos do Vale do São Francisco entre 40 e 60 cm (BASSOI et al., 2002; BASSOI et al., 2003), presume-se a não ocorrência de restrição hídrica à videira.

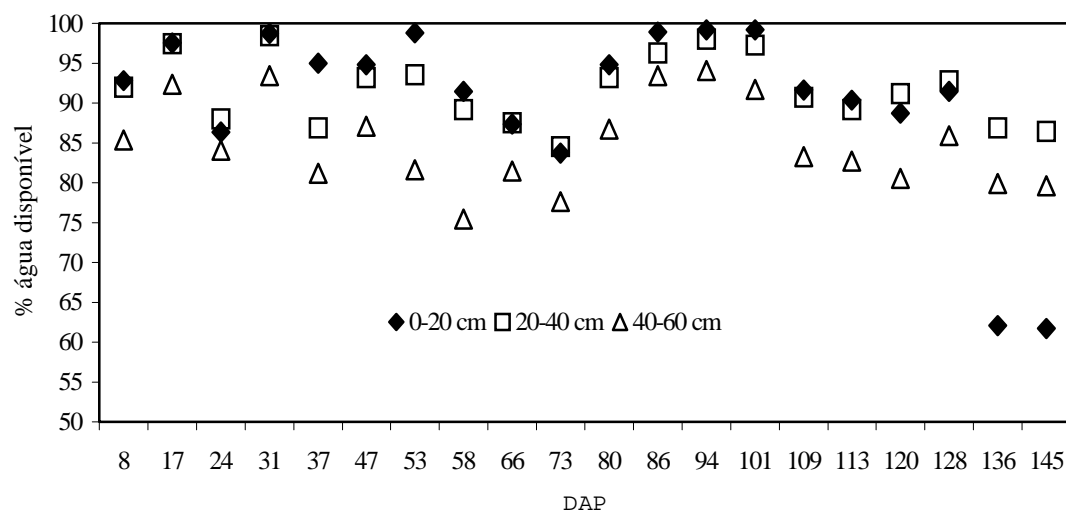


FIGURA 1- Disponibilidade de água (%) para a videira, a 0-20, 20-40 e 40-60 cm de profundidade do solo, e em relação ao número de dias após a poda (DAP).

A Figura 2 apresenta as curvas dos coeficientes de cultura em função de *DAP*, obtidos com a utilização do balanço de energia [$K_c(BE)$] e pelo método da FAO [$K_c(FAO)$], entre a poda e a colheita dos frutos.

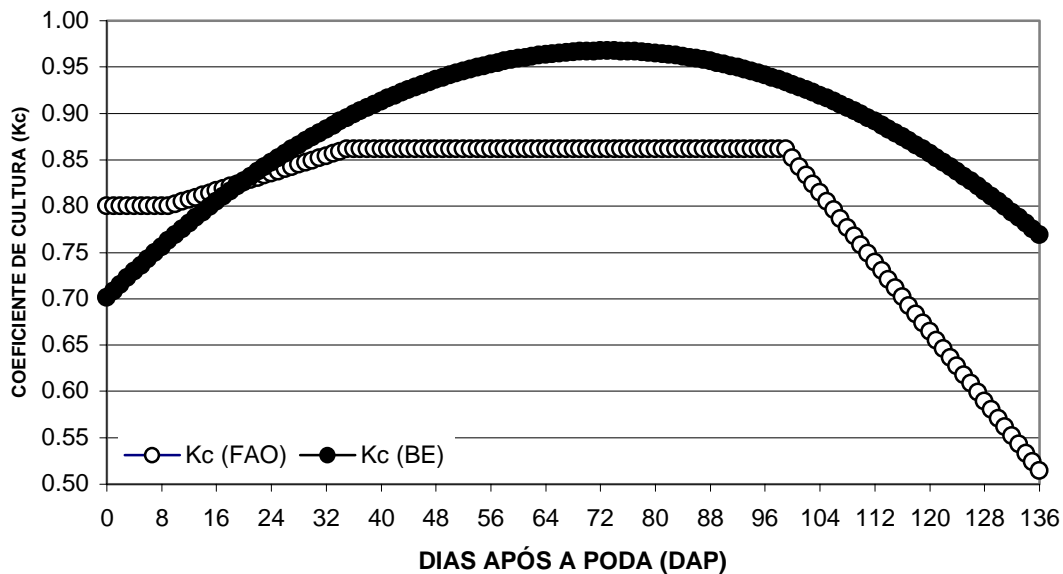


FIGURA 2 - Coeficientes de cultura da videira para vinho (K_c) em Lagoa Grande - PE, em função dos dias após a poda, (*DAP*), obtidos pelo método do balanço de energia [$K_c(BE)$] e da FAO [$K_c(FAO)$].

No caso da utilização do método do balanço de energia, os valores de coeficiente de cultura variaram de 0,70 a 0,97, com média de 0,89 e com a utilização do método da FAO de 0,51 a 0,90, com média de 0,80. Consta-se, portanto, uma diferença média de 0,11 em relação às diferentes formas de obtenção. Os valores mínimos ocorreram na fase de colheita quando obtidos pela metodologia da FAO e, na fase inicial, quando obtidos pelo balanço de energia. Para os valores de K_c obtidos pelo método do balanço de energia foi possível encontrar a seguinte equação para obtenção do coeficiente de cultura em função dos dias após a poda (*DAP*):

$K_c = -5 \cdot 10^{-5}(DAP)^2 + 7,3 \cdot 10^{-3}(DAP) + 0,7$. Os valores máximos ocorreram na fase de maturação dos frutos. Esses valores mostraram-se inferiores aos valores máximos relatados por TEIXEIRA et al. (1999) para a videira para uva de mesa, com pico de 1,15.

A Figura 3 apresenta os valores diários da evapotranspiração da cultura, em função dos dias após a poda (DAP), obtidos com a utilização dos valores de K_c pelo balanço de energia e pela metodologia proposta pela FAO.

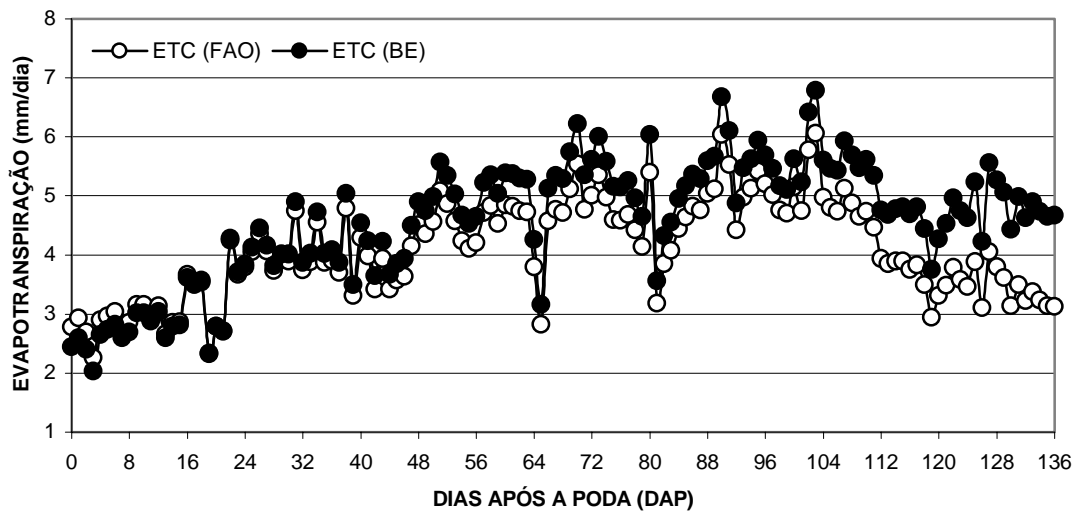


FIGURA 3. Evapotranspiração da cultura da videira para vinho, pelo método do balanço de energia ($ETC_{(BE)}$) e pelo método da FAO ($ETC_{(FAO)}$), em Lagoa Grande - PE, em função dos dias após a poda (DAP).

A evapotranspiração acumulada da cultura, determinada pelo método do balanço de energia, entre a poda (julho de 2002) e a colheita (novembro de 2002), foi de 626 mm, tendo um valor médio de $4,57 \pm 0,96$ mm/dia, quando utilizado os valores de K_c , obtidos pelo balanço de energia e os valores de ET_0 do período. No caso da utilização dos valores tabelados e ajustados do Boletim 56 da FAO, esses valores foram de 560mm para a evapotranspiração acumulada e $4,09 \pm 0,8$ mm/dia. Os valores mínimos de 2,04mm/dia e 2,25mm/dia ocorreram no período inicial (julho de 2002), enquanto os máximos (6,3mm/dia e 6,06mm/dia) foram obtidos a 103 DAP (outubro de 2002), quando usados os valores de coeficiente de cultura (K_c), provenientes do balanço de energia e das tabelas fornecidas pela FAO, respectivamente.

Os valores máximos e mínimos de ET_c , para uva de vinho, obtidos pelo balanço de energia, apresentaram-se inferiores aos encontrados para a videira de mesa, cv. Itália, por TEIXEIRA et al. (1999). Estes últimos foram de 7,0 e 2,8 mm/dia, com uma evapotranspiração acumulada durante o ciclo de 503 mm. Esta diferença no consumo hídrico

total, deve-se, além das diferenças de variedade, de sistema de condução e de irrigação, à diferentes demandas atmosféricas do período total, pois o experimento com uva Itália foi realizado em condições de menor disponibilidade de radiação solar (junho a setembro de 1994).

CONCLUSÃO

A cultura da videira para vinho, cv. Petit Sirah, em Lagoa Grande-PE, plantada em um espaçamento de 1,2m x 3,5m e irrigada por gotejamento, da poda (julho, 2002) à colheita (novembro, 2002), apresentou valores diferentes de coeficiente de cultura (K_c) quando obtidos pelo método do balanço de energia e dos valores tabelados pela FAO, no boletim. A utilização destes últimos subestima a evapotranspiração da cultura, nas condições em que o experimento foi realizado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLEN, R. G., PEREIRA, L. S., RAES, D., SMITH, M. *Crop evapotranspiration-guidelines for computing crop water requirements*. Roma: FAO Irrigation and Drainage, 1998. n. 56, 300p.
- BASSOI, L.H.; GRANGEIRO, L.C.; SILVA, J.A.M.; SILVA, E.E.G. Root distribution of irrigated grapevine rootstocks in a coarse texture soil of the São Francisco Valley, Brazil. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v.24, n.1, p.35-38, 2002.
- BASSOI, L.H.; HOPMANS, J.W.; JORGE, L.A.C.; SILVA, J.A.M.; ALENCAR, C.M. Grapevine root distribution in drip and microsprinkler irrigation. *Scientia Agricola*, Piracicaba, v.60, p.377-387, 2003.
- SENTELHAS, P. C.; PEREIRA, F. A. de C., PEREIRA, A. R., FOLEGATTI, M.; VILLA NOVA, N. A. In: XI CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA E II REUNIÃO LATINO-AMERICANA DE AGROMETEOROLOGIA, 1999, Florianópolis, SC. *Anais...* Santa Maria-RS: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia, 1999. p. 174-180.
- TEIXEIRA, A. H. de; AZEVEDO, P. V. de. Zoneamento agroclimático para a videira européia no Estado de Pernambuco, Brasil. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, Santa Maria, v.4, p.139-145, 1996.
- TEIXEIRA, A. H. de C., AZEVEDO, P. V. de; SILVA, B. B. da, SOARES, J. M. Consumo hídrico e coeficiente de cultura da videira na região de Petrolina-PE. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v. 3, p. 327-330, 1999.

TEIXEIRA, A. H. de C. Exigências climáticas da videira. In: SOUZA LEÃO, P. C. DE; SOARES, J. M. (Ed.) *A viticultura no Semi-Árido Brasileiro*. Petrolina-PE: Embrapa Semi-Arido, 2000. Cap. 3, p. 33-44.

UVA. *Muda a preferência do consumidor europeu*. São Paulo: Agriannual, 1999. p. 507-520,

WEBB, E. K. *Aerial microclimate. Meteorological Monographs*. Boston: 1965. v. 6, n. 28, p. 27-58.