

## **USO DA EQUAÇÃO DE HARGREAVES NO ÍNDICE DE SECA DA CLASSIFICAÇÃO CLIMÁTICA MULTICRITÉRIOS GEOVITÍCOLA**

M. A. F. Conceição<sup>1</sup>, J. Tonietto<sup>2</sup>, F. B. Fialho<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Pesquisador, Embrapa Uva e Vinho - Estação Experimental de Viticultura Tropical, Jales – SP, marcoafc@cnpuv.embrapa.br; <sup>2</sup>Pesquisador, Embrapa Uva e Vinho, Bento Gonçalves, RS, tonietto@cnpuv.embrapa.br; <sup>3</sup>Pesquisador, Embrapa Uva e Vinho, Bento Gonçalves, RS, bello@cnpuv.embrapa.br

### **INTRODUÇÃO**

O Sistema de Classificação Climática Multicritérios Geovitícola (CCM) (Tonietto, 1999; Tonietto & Carbonneau, 2004) tem sido empregado na caracterização climática de regiões produtoras de uvas no Brasil e no exterior (Sotés et al., 2007; Tonietto, 2008; Pommer et al., 2009). Esse sistema é composto por três índices: o Índice Heliotérmico (IH), que é função das temperaturas mensais máxima e média do ar; o Índice de Frio Noturno (IF), que se refere à temperatura mínima do ar no último mês de maturação da uva; e o Índice de Seca (IS), que se baseia no balanço hídrico potencial do solo.

Para se calcular os valores de IS necessita-se dos dados da evapotranspiração potencial (ETP), calculados pelo método de Penman-Monteith, que requer valores da radiação solar global, da velocidade do vento, da umidade relativa do ar e da temperatura do ar para a sua estimativa (Allen et al., 2006). Nem todas as regiões vitícolas, entretanto, apresentam séries históricas dessas variáveis climáticas, mas, normalmente, possuem registros das temperaturas do ar. Daí a importância de métodos que permitem estimar a ETP com base nesses dados, como é o caso do método de Hargreaves, recomendado pela FAO quando dispõe-se apenas dos valores de temperatura do ar (Allen et al., 2006).

No presente trabalho foram comparados os valores do Índice de Seca calculados empregando-se os métodos de Penman-Monteith e Hargreaves para diferentes regiões vitícolas do mundo.

### **MATERIAL E MÉTODOS**

Foram utilizados dados climáticos de 82 estações meteorológicas, representativas de regiões vitícolas localizadas em 18 países: África do Sul, Argentina, Austrália, Brasil, Canadá, Chile, Eslováquia, Eslovênia, Espanha, França, Israel, Nova Zelândia, Peru, Portugal, Suíça, Tunísia, Turquia e Uruguai. A base de dados utilizada foi obtida na página Web oficial do Sistema CCM<sup>\*</sup>, incluindo os dados da evapotranspiração potencial calculados pelo método de Penman-Monteith (ETPPM). Para cálculo dos valores da ETP pelo método

---

<sup>\*</sup> <http://www.cnpuv.embrapa.br/tecnologias/ccm/>

de Hargreaves (ETPH) foram utilizados dados de temperatura máxima, média e mínima do ar e a latitude de cada local, obtidos na referida base, e a expressão:

$$ETPH = 0,408 \cdot 0,0023 \cdot Ra \cdot (T_{max} - T_{min})^{0,5} \cdot (T_{med} + 17,8) \quad (1)$$

em que ETPH é a evapotranspiração potencial mensal calculada pelo método de Hargreaves ( $\text{mm} \cdot \text{mês}^{-1}$ ); Ra é a radiação solar incidente no topo da atmosfera,  $\text{MJ m}^{-2} \text{dia}^{-1}$ ; T<sub>max</sub> é a temperatura máxima do ar, °C; T<sub>min</sub> é a temperatura mínima do ar, °C; T<sub>med</sub> é a temperatura média do ar, °C.

Os valores de Ra variam com a latitude do local e foram calculados segundo metodologia apresentada por Allen et al. (2006). Os Índices de Seca (IS) obtidos empregando-se os valores de ETPPM foram os disponíveis no site do sistema CCM. Para se calcular os valores de IS a partir dos dados de ETPH foram utilizados os valores da precipitação pluvial (P), apresentados no site, e a metodologia descrita por Tonietto & Carbonneau (2004). Os intervalos de classe para IS estão apresentados na Tabela 1.

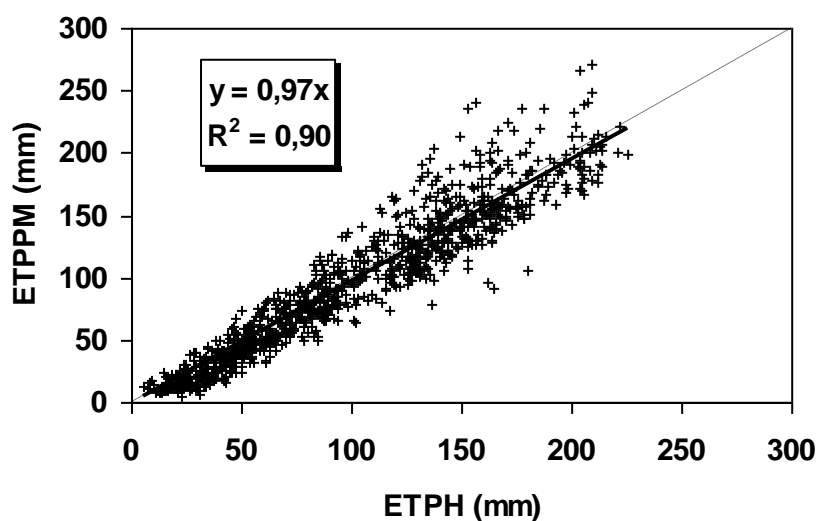
Tabela 1 – Classes e intervalos para o Índice de Seca (IS). Fonte: Tonietto & Carbonneau (2004).

Índice climático vitícola	Classes do clima	Sigla	Intervalo de classe
Índice de Seca (IS, mm)	Úmido	IS-2	$150 < IS$
	Subúmido	IS-1	$50 < IS \leq 150$
	De seca moderada	IS+1	$-100 < IS \leq 50$
	De seca forte	IS+2	$IS \leq -100$

As comparações foram realizadas por meio de regressões lineares, forçando-se a reta a passar pela origem. O coeficiente de desempenho (c), proposto por Camargo & Sentelhas (1997), também foi utilizado para avaliar o desempenho dos dados. O desempenho foi classificado como ótimo, para valores de c maiores que 0,85; como muito bom para valores entre 0,76 e 0,85; como bom para valores entre 0,66 e 0,75; como regular para valores entre 0,51 e 0,65; como ruim para valores entre 0,41 e 0,50; e como péssimo para valores inferiores a 0,40.

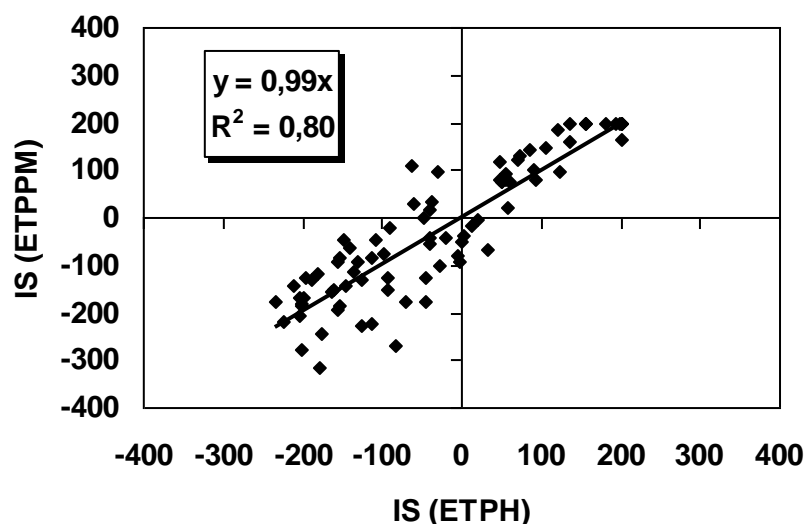
## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A relação entre ETPH e ETPPM apresentou coeficiente de determinação ( $R^2$ ) igual a 0,90, sendo que os valores de ETPPM foram, em média, 3% inferiores aos valores de ETPH (Figura 1). O coeficiente de desempenho (c) apresentou um valor igual a 0,91, o que o classifica como ótimo. Observa-se na Figura 1 que as maiores dispersões foram obtidas para valores de ETPPM mensais superiores a 200mm. Valores dessa ordem ocorrem, geralmente, em regiões mais quentes e secas, onde os fatores advectivos apresentam uma maior importância. Esses fatores são registrados pela equação de Penman-Monteith, mas não pela equação de Hargreaves.



**Figura 1** – Relação entre os valores mensais da evapotranspiração potencial calculados pelos métodos de Penman-Monteith (ETPPM) e de Hargreaves (ETPH).

A relação dos valores do Índice de Seca calculados pelas equações de Penman-Monteith (ETPPM) e de Hargreaves (ETPH) apresentou  $R^2$  igual a 0,80, sendo que os valores de IS calculados por ETPH superestimaram os valores calculados por ETPPM em 1%, em média (Figura 2). O coeficiente de desempenho para IS (ETPH) foi igual a 0,85, sendo classificado como muito bom.



**Figura 2** – Valores do Índice de Seca calculados empregando-se as equações de Penman-Monteith (ETPPM) e de Hargreaves (ETPH).

Em 74% das estações estudadas, os enquadramentos nas classes de IS (Tabela 1) calculadas com ETPH foram os mesmos obtidos empregando-se ETPPM. Esse resultado demonstra a viabilidade do uso da equação de Hargreaves para estimativa de ETP para a

maioria das regiões. Essa equação, entretanto, deve ser utilizada com cautela em locais que apresentam valores mensais de ETP acima de 200mm.

### CONCLUSÃO

O cálculo do Índice de Seca (IS) empregando-se a equação de Hargreaves obteve um desempenho classificado como muito bom, em relação aos valores de IS calculados utilizando-se a equação de Penman-Monteith. Conclui-se, assim, que a equação de Hargreaves pode ser útil para o cálculo do IS visando determinar a classe de clima vitícola do Sistema CCM, quando não se dispõe da ETP Penman-Monteith.

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLEN, R. G.; PEREIRA, L.; RAES, D.; SMITH, M. **Evapotranspiración del cultivo: guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos**. Roma: FAO, 2006. 298p. (Estudios FAO: Riego y Drenaje, 56).

CAMARGO, A P. de ; SENTELHAS, P. C. Avaliação do desempenho de diferentes métodos de estimativa da evapotranspiração potencial no Estado de São Paulo, Brasil. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v.5, n.1, p.89-97, 1997.

POMMER, C.V.; MENDES, L.S.; HESPANHOL-VIANA, L.; BRESSAN-SMITH, R. Potencial climático para a produção de uvas em Campos dos Goytacazes, região norte fluminense. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.31, n.4, p.1076-1083, 2009.

SOTÉS, V.; TONIETTO, J.; GÓMEZ-MIGUEL, V. Zonificación climática en la región vitícola ibero-americana. **Enologia**, v.4, n.2, p.1-11, 2007.

TONIETTO, J. Geographical Indicators for Grapes. **Acta Horticulturae**, v.785, p.467-476, 2008.

TONIETTO, J. **Les macroclimats viticoles mondiaux et l'influence du mésoclimat sur la typicité de la Syrah et du Muscat de Hambourg dans le sud de la France : méthodologie de caractérisation**. (Thèse Doctorat). École Nationale Supérieure Agronomique de Montpellier - ENSA-M, 1999. 233p.

TONIETTO, J.; CARBONNEAU, A. A multicriteria climatic classification system for grape-growing regions worldwide. **Agricultural and Forest Meteorology**, v.124, p.81–97, 2004.