

Foto: Marco Antônio F. Conceição.



IRRIVITIS-T: Manual da Planilha Eletrônica para Manejo da Irrigação de Videiras com base na Temperatura do Ar

Marco Antônio Fonseca Conceição¹

Introdução

O manejo da irrigação das videiras requer uma série de cálculos diários para determinar a demanda hídrica da cultura, o momento de aplicação e o tempo necessário de irrigação.

Planilhas eletrônicas, como as do sistema Irrivitis (CONCEIÇÃO, 2012), podem ser empregadas com esse objetivo, facilitando a obtenção das informações necessárias para um manejo eficiente da irrigação. Para o seu uso, são necessárias informações do sistema de irrigação e do solo, além de dados diários da precipitação pluvial (P), da evapotranspiração de referência (ET_o) e do coeficiente de cultivo (K_c).

Os valores da ET_o devem ser obtidos diariamente, empregando-se os métodos de cálculo disponíveis, como o de Penman-Monteith-FAO, que é considerado como padrão para a estimativa da ET_o (ALLEN et al., 2006). Esse método, contudo, requer informações sobre radiação solar, temperatura do ar, velocidade do vento e umidade relativa do ar. Por isso, o seu emprego só se torna possível quando há disponibilidade desses dados, oriundos de estações meteorológicas convencionais ou automáticas. Nem todos os viticultores, contudo, têm acesso a

essas informações, especialmente os de pequeno porte. Assim, metodologias para estimativa diária da ET_o que necessitam apenas de dados da temperatura máxima (T_{max}) e mínima (T_{min}) do ar são alternativas mais acessíveis aos pequenos produtores rurais.

Um dos métodos mais empregados para cálculo da ET_o, com base em T_{max} e T_{min}, é o de Hargreaves, recomendado quando não há disponibilidade de informações completas para uso do método padrão (ALLEN et al., 2006). Esse método pode ser utilizado, inclusive, em Sistemas de Produção Integrada de uvas para mesa e processamento (BRAGA et al., 2011; CONCEIÇÃO, 2015; SILVEIRA et al., 2015).

Embora o método de Hargreaves tenha sido desenvolvido na Califórnia, os seus parâmetros podem ser ajustados em diferentes regiões, tornando-o eficaz na estimativa da ET_o, quando comparado ao método padrão (CONCEIÇÃO, 2013; CONCEIÇÃO, 2014; ARRAES et al., 2016).

O objetivo desta publicação é apresentar as instruções de uso da planilha eletrônica IRRIVITIS-T, em que o cálculo diário da irrigação é realizado com base nos valores de T_{max} e T_{min}.

¹ Engenheiro Civil, Dr., Pesquisador, Empresa Uva e Vinho, Estação Experimental de Viticultura Tropical, Caixa Postal 241, CEP 15700-971, Jales, SP. E-mail: marco.conceicao@embrapa.br

Metodologia

No sistema IRRIVITIS original há uma planilha para o fornecimento dos dados de solo, outra para dados do sistema de irrigação e uma terceira, onde os valores do tempo e do momento de irrigação são calculados (CONCEIÇÃO, 2012).

No sistema IRRIVITIS-T, todas essas informações são disponibilizadas em uma só planilha, como pode ser observado na Figura 1.

As células em branco devem ser preenchidas pelo usuário, enquanto que os valores nas células em amarelo são fornecidos pelo sistema.

No sistema, há cinco planilhas de cálculo, sendo que na primeira (GERAL) o cálculo de ETo é realizado considerando-se o modelo original de Hargreaves (ALLEN et al., 2006). Essa planilha pode ser empregada em regiões onde não foram feitos ajustes no modelo original.

Já nas planilhas PETROLINA, JALES, MARINGÁ e BENTO GONÇALVES, o valor diário da ETo é calculado com base em ajustes da equação de Hargreaves realizados para essas regiões.

1. Latitude (LAT)

A latitude do local (Figura 2) é necessária para a obtenção dos valores diários da radiação solar incidente no topo da atmosfera (Ra). A Ra é empregada no método de Hargreaves, para a estimativa da ETo. O cálculo diário da Ra foi incorporado ao sistema IRRIVITIS-T, seguindo a metodologia apresentada por Allen et al. (2006) e descrita por Conceição (2006).

Embrapa										
IRRIVITIS - T										
LAT = 29,09		Vazão (L/h) 50,0		EE (m) 3,0		L _{max} (mm) 20				
Ex: 25° 20' S = 25,20		EA (%) 85		EL (m) 2,5		IA (mm/h) 6,7				
Dia	Chuva	Tmax	Tmin	ETo*	Kc	ETuva	Alerta	Ttest	Tta	Observações
Mês	(mm)	(°C)	(°C)	(mm)		(mm)		(h)	(h)	
01/jan	0,0	24,5	17,2	4,3	0,70	3,0		0,5		
02/jan	0,0	29,0	14,8	6,1	0,70	4,3		1,3		
03/jan	0,0	30,2	17,3	6,1	0,70	4,3		2,0		
04/jan	0,0	28,6	19,2	5,2	0,70	3,7		2,7		
05/jan	0,0	24,9	17,6	4,3	0,70	3,0	IRRIGA	3,2		
06/jan	0,0	22,5	16,7	3,7	0,70	2,6	IRRIGA	3,7		
07/jan	0,0	24,1	16,6	4,3	0,70	3,0	IRRIGA	4,2		

Fig. 1. Vista geral da planilha IRRIVITIS.

O sistema converte os valores decimais para radianos. Assim, no exemplo da Figura 2, a latitude é de 29° 09' S, sendo inserida na forma decimal (29,09).

A latitude só é necessária na planilha 'GERAL', porque nas demais planilhas (PETROLINA, JALES, MARINGÁ e BENTO GONÇALVES) ela já está inserida no processo de cálculo para cada localidade.

2. Vazão

A vazão corresponde ao volume médio de água aplicado por hora pelos emissores (aspersores, microaspersores ou gotejadores).

No exemplo apresentado na Figura 3, a vazão média é de 50 L/h, correspondendo a um sistema hipotético de microaspersão.

3. Eficiência de Aplicação (EA)

A eficiência de aplicação (EA) refere-se à porcentagem de água disponível para a cultura em relação ao total de água aplicado pelo sistema (Figura 4). Quanto menor o valor da EA, maior terá que ser o tempo de aplicação para compensar as áreas que estão recebendo menos água.

De um modo geral, para sistemas de irrigação bem dimensionados e manejados, com equipamentos de boa qualidade e manutenção adequada, podem-se considerar os seguintes valores da EA (Pereira et al., 2010):

- entre 65% e 85%, na irrigação por aspersão;
- entre 85% e 95%, na irrigação por microaspersão e no gotejamento.

Embrapa										
IRRIVITIS - T										
LAT = 29,09		Vazão (L/h) 50,0		EE (m) 3,0						
Ex: 25° 20' S = 25,20		EA (%) 85		EL (m) 2,5						

Fig. 2. Detalhe do item Latitude (LAT).

No exemplo apresentado na Figura 4 adotou-se um valor da EA igual a 85%.

4. Espaçamentos (EE e EL)

Esses itens (Figura 5) referem-se aos espaçamentos entre emissores (EE) e entre linhas laterais (EL).

No exemplo da Figura 5, o espaçamento entre emissores (microaspersores) na linha é de 3,0 m e entre linhas de irrigação é de 2,5 m.

É importante ressaltar que o espaçamento entre emissores (EE) é, geralmente, diferente do espaçamento entre plantas na fileira. Já o espaçamento entre linhas de irrigação (EL) pode ser, muitas vezes, igual ao espaçamento entre fileiras de plantas, principalmente nos sistemas de microaspersão e gotejamento.

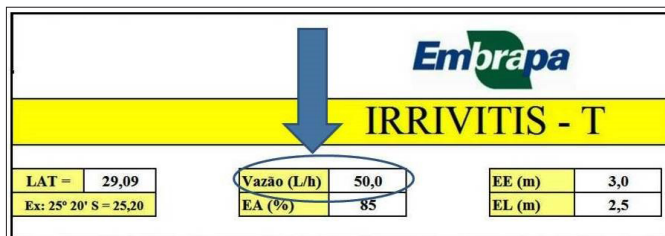
5. Lâmina Máxima (Lmax)

A Lmax (Figura 6) representa a lâmina máxima da água do solo a ser consumida pela cultura. O seu valor é função, entre outros, da capacidade de água

disponível do solo (CAD) e da profundidade efetiva das raízes (PER), que é a camada de solo onde se concentra a maior parte do sistema radicular da cultura. No caso das videiras, essa profundidade varia, normalmente, entre 0,40 m e 0,60 m (COELHO et al., 2008).

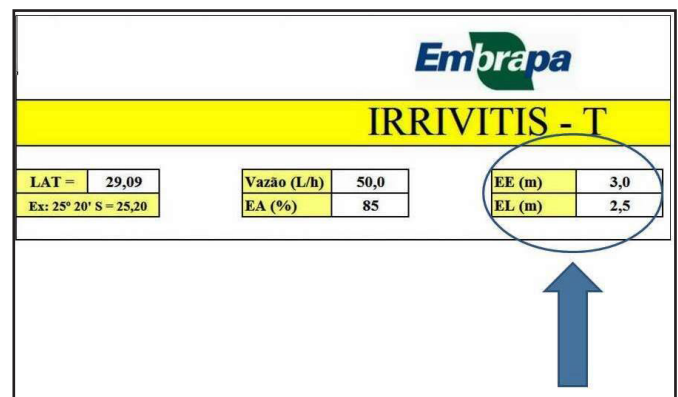
Já a CAD varia, em geral, de 50 a 200 mm de água por metro de profundidade (50 mm/m a 200 mm/m), de acordo com o tipo de solo (ALLEN et al., 2006). Considerando-se uma profundidade efetiva das raízes (PER) igual a 0,50 m, obtém-se valores da CAD variando entre 25 mm (0,50 . 50 mm/m) e 100 mm (0,50 m . 200 mm/m).

No entanto, para se evitar a ocorrência de estresse hídrico nas plantas, o valor de Lmax deve considerar um consumo limite de água pela cultura entre 40% e 60% da CAD. Considerando-se um consumo máximo de 40% da CAD, obtém-se os seguintes valores indicativos de Lmax, para diferentes tipos de solo:



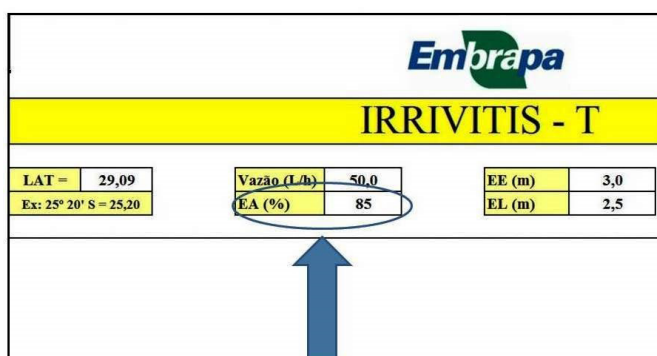
LAT =		Vazão (L/h)		EE (m)	
	29,09		50,0		3,0
Ex: 25° 20' S = 25,20		EA (%)		EL (m)	
			85		2,5

Fig. 3. Detalhe do item Vazão.



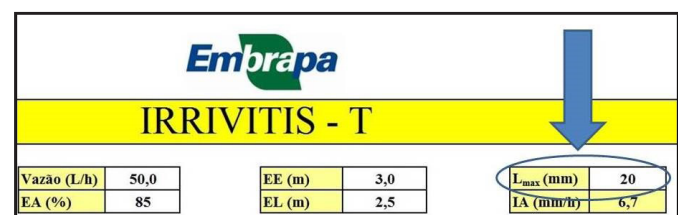
LAT =		Vazão (L/h)		EE (m)	
	29,09		50,0		3,0
Ex: 25° 20' S = 25,20		EA (%)		EL (m)	
			85		2,5

Fig. 5. Detalhe dos itens EE (espaçamento entre emissores) e EL (espaçamento entre linhas de irrigação).



LAT =		Vazão (L/h)		EE (m)	
	29,09		50,0		3,0
Ex: 25° 20' S = 25,20		EA (%)		EL (m)	
			85		2,5

Fig. 4. Detalhe do item EA (eficiência de aplicação).



Vazão (L/h)		EE (m)		Lmax (mm)	
	50,0		3,0		20
EA (%)		EL (m)		IA (mm/h)	
	85		2,5		6,7

Fig. 6. Detalhe do item Lmax (lâmina máxima).

Tabela 1. Valores de Lmax de acordo com a capacidade de água disponível (CAD) do solo.

CAD	Lmax (mm)
Baixa	10
Média	20
Alta	30
Muito alta	40

No exemplo apresentado na Figura 6, o valor de Lmax adotado é igual a 20 mm, que corresponde a um solo com média capacidade de água disponível. Em sistemas de gotejamento, que umedecem somente uma parte do solo, deve-se reduzir o valor de Lmax, multiplicando-o pela porcentagem da área molhada pelo sistema de irrigação. Se o valor de Lmax for, por exemplo, igual a 20 mm e o sistema molhar 60% (0,60) da área total, o valor de Lmax corrigido será de:

$$L_{\text{max corrigido}} = 20 \text{ mm} \cdot 0,60 = 12 \text{ mm}.$$

Por outro lado, na irrigação para a produção de uvas destinadas à elaboração de vinhos finos é comum a adoção de déficits hídricos moderados, visando melhorar a qualidade final dos produtos. Nesses casos, que devem ter por base pesquisas realizadas na região de cultivo, os valores de Lmax podem ser maiores do que os indicados na Tabela 1.

Por fim, deve-se ressaltar que valores mais precisos de Lmax podem ser obtidos com base na curva de retenção de água do solo e em avaliações do desenvolvimento radicular da cultura realizadas em campo, em função da combinação cultivar/porta-enxerto adotada.

6. Intensidade de Aplicação (IA)

A intensidade de aplicação (IA) do sistema de irrigação é calculada automaticamente (Figura 7), a partir dos valores da vazão e dos espaçamentos entre emissores (EE) e linhas de irrigação (EL).

Com base nesses valores, o sistema calcula a IA pela expressão:

$$IA = \text{Vazão} \div (\text{EE} \cdot \text{EL}) \quad (1)$$

No exemplo apresentado na Figura 7, a vazão dos emissores é de 50 L/h, o espaçamento entre eles na linha (EE) é de 3,0 m e o espaçamento entre linhas (EL) é de 2,5 m. Assim, a intensidade de aplicação (IA) será igual a:

$$IA = 50 \div (3,0 \cdot 2,5) = 50 \div 7,5 = 6,7 \text{ mm/h}$$

7. Dia do mês

As planilhas contêm todos os dias de todos os meses do ano (Figura 8). É imprescindível que os cálculos sejam realizados no dia correto, uma vez que a radiação solar incidente no topo da atmosfera (Ra), empregada no cálculo da ETo, depende do mês e do dia em que for estimada.

8. Chuva e Temperatura

Os dados de Chuva e das temperaturas máxima (Tmax) e mínima (Tmin) do ar devem ser fornecidos diariamente (Figura 9). Para isso, o produtor deverá possuir um pluviômetro e um termômetro de máxima e mínima na propriedade.

Podem ser empregados termômetro de máxima e mínima de baixo custo, que apresentam boa precisão na estimativa da ETo (CONCEIÇÃO; ZANETONI, 2010).

Pluviômetros plásticos de baixo custo também podem ser utilizados. Deve-se evitar, contudo, o uso de equipamentos com bocais pequenos, pois eles podem superestimar os valores da precipitação (CONCEIÇÃO; ZANETONI, 2007).

Os dados meteorológicos devem ser coletados, preferencialmente, no início da manhã, salientando-se que a Chuva e a Tmax correspondem a valores do dia anterior, enquanto que a Tmin ocorre, normalmente, no próprio dia da leitura, no final da madrugada.

9. Evapotranspiração de referência (ETo)

A ETo (Figura 10) representa a demanda hídrica diária da atmosfera e é calculada automaticamente com base em Tmax e Tmin, conforme a expressão:

$$ETo = K1 \cdot Ra \cdot (T_{\text{max}} - T_{\text{min}})^{K2} \cdot (T_m + K3) \quad (2)$$

em que ETo é a evapotranspiração de referência

Embrapa					
IRRIVITIS - T					
Vazão (L/h)	50,0	EE (m)	3,0	L _{max} (mm)	20
EA (%)	85	EL (m)	2,5	IA (mm/h)	6,7

Fig. 7. Detalhe do item intensidade de aplicação (IA).

Dia	Chuva (mm)	Tmax (°C)	Tmin (°C)	ETo (mm)	Kc
01/jan	0,0	24,5	17,2	4,3	0,70

Fig. 8. Detalhe do item Dia e Mês.

Dia	Chuva (mm)	Tmax (°C)	Tmin (°C)	ETo (mm)	Kc
01/jan	0,0	24,5	17,2	4,3	0,70

Fig. 9. Detalhe dos itens chuva, temperaturas máxima (Tmax) e mínima (Tmin) do ar.

estimada pelo modelo de Hargreaves (mm/dia); Ra é a radiação solar no topo da atmosfera (mm/dia), calculada automaticamente com base na latitude do local, de acordo a metodologia apresentada por Allen et al. (2006); Tmax e Tmin são as temperaturas máxima e mínima do ar (°C), respectivamente; e Tm é o valor médio entre Tmax e Tmin.

No método original, os coeficientes K1, K2 e K3 são iguais a 0,0023, 0,50 e 17,8, respectivamente. Já para Petrolina, Jales, Maringá e Bento Gonçalves eles foram ajustados por Arraes et al. (2016), Conceição (2013) e Conceição (2014), e inseridos no procedimento de cálculo das respectivas planilha.

Dia	Chuva (mm)	Tmax (°C)	Tmin (°C)	ETo (mm)	Kc
01/jan	0,0	24,5	17,2	4,3	0,70

Fig. 10. Detalhe do item evapotranspiração de referência (ETo).

Dia	Chuva (mm)	Tmax (°C)	Tmin (°C)	ETo (mm)	Kc
01/jan	0,0	24,5	17,2	4,3	0,70

Fig. 11. Detalhe do item coeficiente de cultivo (Kc).

ETo (mm)	Alerta	Tiest (h)	TIa (h)	Observações
3,0		0,5		

Fig. 12. Detalhe do item evapotranspiração da cultura (ETc).

10. Coeficiente de Cultivo (Kc)

O Kc (Figura 11) é o fator que será multiplicado pela evapotranspiração de referência (ETo) para se obter a evapotranspiração diária da cultura (ETc, Figura 12).

Os valores do Kc variam conforme a combinação cultivar/porta-enxerto, o período de desenvolvimento da cultura, o sistema de condução, o tipo de cobertura do solo, o sistema de irrigação e a frequência de molhamento (chuva ou irrigação), entre outros fatores.

Para regiões e/ou cultivares que não dispõem de dados experimentais, pode-se empregar os valores apresentados nas Tabelas 2 e 3 (ALLEN et al., 2006).

Tabela 2. Valores médios de Kc para produção de uvas de mesa, suco e vinho de mesa.

Período	Kc
Brotação - Florescimento	0,50
Frutificação - Maturação	0,90
Após a Colheita	0,45

Tabela 3. Valores médios de Kc para produção de uvas para elaboração de vinhos finos.

Período	Kc
Brotação - Florescimento	0,30
Frutificação - Maturação	0,70
Após a Colheita	0,35

11. Alerta

A mensagem "IRRIGAR" (Figura 13) aparece automaticamente sempre que a soma dos valores acumulados de ETc, subtraindo-se as chuvas e as irrigações, atingirem um valor próximo ao da Lmax. O valor dessa soma não aparece na planilha.

12. Tempo de irrigação estimado (Tlest)

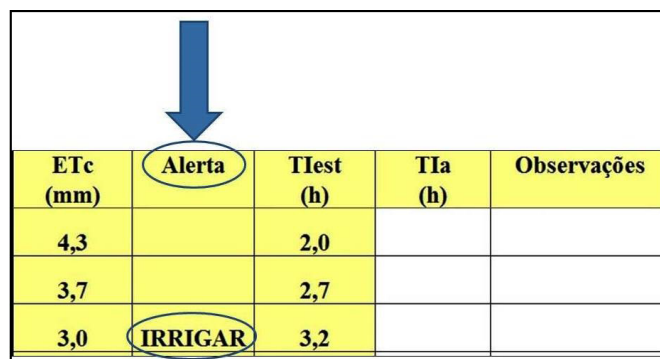
O Tlest (Figura 14) é calculado automaticamente dividindo-se o valor acumulado de ETc pela intensidade (IA) e pela eficiência de aplicação (EA em decimal).

Assim, por exemplo, se a ETc for igual a 3,0 mm, a IA for igual a 6,7 mm/h e a EA for igual a 85% (0,85) o Tlest será igual a:

$$Tlest = 3,0 \div (6,7 \cdot 0,85) = 3,0 \div 6,0 = 0,5 \text{ h}$$

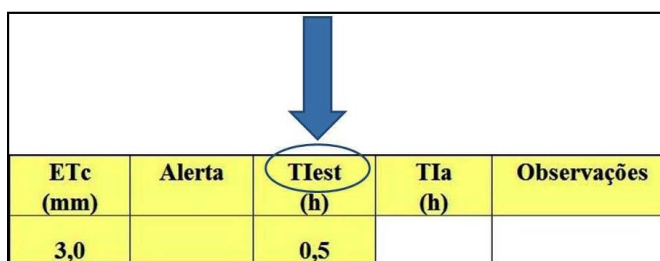
13. Tempo de irrigação aplicado (Tla)

O Tla (Figura 15) deve ser preenchido pelo usuário e corresponde ao tempo de irrigação que foi realmente utilizado, podendo ser igual ou inferior ao Tlest. Valores do Tla maiores do que os do Tlest podem provocar perdas de água e nutrientes por percolação profunda.



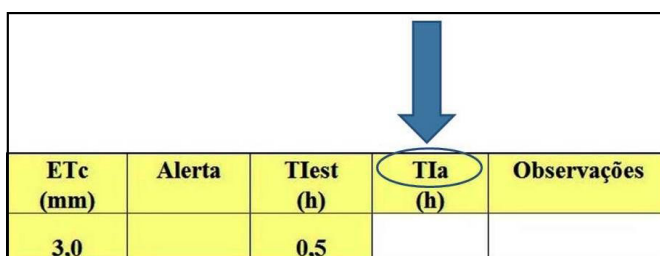
ETc (mm)	Alerta	Tlest (h)	Tla (h)	Observações
4,3	Alerta	2,0		
3,7		2,7		
3,0	IRRIGAR	3,2		

Fig. 13. Detalhe do item Alerta.



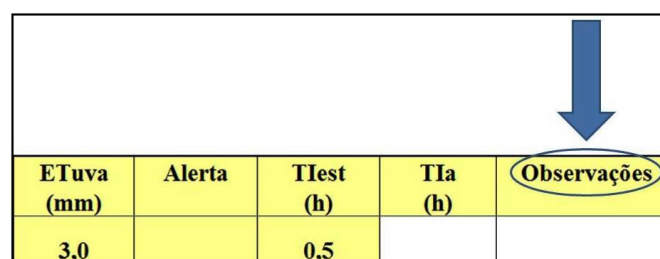
ETc (mm)	Alerta	Tlest (h)	Tla (h)	Observações
3,0		0,5		

Fig. 14. Detalhe do item tempo de irrigação estimado (Tlest).



ETc (mm)	Alerta	Tlest (h)	Tla (h)	Observações
3,0		0,5		

Fig. 15. Detalhe do item coeficiente de cultivo (Kc).



ETuva (mm)	Alerta	Tlest (h)	Tla (h)	Observações
3,0		0,5		Observações

Fig. 16. Detalhe do item Observações.

14. Observações

Nesse item (Figura 16) podem ser inseridas observações a respeito da cultura (poda, colheita, etc.), do clima (granizo, geada, etc.), do sistema de irrigação (quebra, entupimento, etc.), entre outros.

As planilhas do sistema IRRIVITIS – T estão disponíveis na página:
<<https://www.embrapa.br/uva-e-vinho/planalhas-irrigacao-de-videiras>>

Referências

- ALLEN R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. **Evapotranspiración del cultivo: guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos**. Roma: FAO, 2006. (Estudio FAO: riego y drenaje,, 56).
- ARRAES, F. D. D.; LIMA JÚNIOR, J. C.; OLIVEIRA, J. B. de; MACEDO, K. G. de; COURAS, Y. de S.; OLIVEIRA, W. C. de. Parametrização da equação de Hargreaves-Samani para o Estado de Pernambuco – Brasil. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada - RBAI**, v.10, n.1, p. 410-419, 2016.
- BRAGA, M. B.; BASSOI, L. H.; CALGARO, M.; PINTO, J. M.; SIMÕES, W. L. **Irrigação na Produção Integrada de Uvas Finas de Mesa PI-Uva**. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2011. 45p. (Embrapa Semiárido. Documentos, 241).
- COELHO, E. F.; SIMÕES, W. L.; CARVALHO, J. E. B. de; COELHO FILHO, M. A. **Distribuição de raízes e extração de água do solo em fruteiras tropicais sob irrigação**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 2008. 80p.
- CONCEIÇÃO, M. A. F. **Roteiro de cálculo da evapotranspiração de referência pelo método de Penman-Monteith-FAO**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2006. 8 p. (Embrapa Uva e Vinho. Circular Técnica, 65).
- CONCEIÇÃO, M. A. F. **Irrivitis: planilha para manejo da irrigação em videiras**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2012. 9 p. (Embrapa Uva e Vinho. Comunicado Técnico, 119).
- CONCEIÇÃO, M. A. F. Ajuste do modelo de Hargreaves para estimativa da evapotranspiração de referência no noroeste paulista. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada - RBAI**, Fortaleza, v. 7, n. 5, p. 306-316, 2013.
- CONCEIÇÃO, M. A. F. Ajuste do modelo de Hargreaves para duas regiões vitícolas do sul do Brasil. In: CONGRESSO NACIONAL DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM, 24., 2014, Brasília. **Anais...** Brasília: ABID, 2014. 1 CD-ROM.
- CONCEIÇÃO, M. A. F. Irrigação. In: HOFFMANN, A.; SILVEIRA, S. V. da; GARRIDO, L. da R. (Eds.). **Produção integrada de uva para processamento: fertilidade e manejo do solo e da água**. Brasília, DF: Embrapa, 2015. p. 29-39.
- CONCEIÇÃO, M. A. F.; ZANETONI, L. P. **Estimativa de chuvas usando pluviômetros plásticos**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2007. 2 p. (Embrapa Uva e Vinho. Comunicado Técnico, 75).
- CONCEIÇÃO, M. A. F.; ZANETONI, L. P. **Uso de termômetro de baixo custo para estimar a evapotranspiração das culturas**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2010. 4 p. (Embrapa Uva e Vinho. Comunicado Técnico, 102).
- PEREIRA, L. S.; VALERO, J. A. de J.; BUENDÍA, M. R. P.; MARTÍN-BENITO, J. M. T. **El riego y sus tecnologías**. Albacete: CREA-UCLM, 2010. 296 p.
- SILVEIRA, S. V. da; GARRIDO, L. da R.; HOFFMANN, A.; FIALHO, F. B.; LOPES, P. R. C.; GUERRA, C. C.; BOTTON, M.; VARGAS, L.; CONCEIÇÃO, M. A. F. **Produção integrada de uva para processamento – vinho e suco: caderno de campo**. Brasília, DF: Embrapa, 2015. v. 2, 33 p.

Comunicado Técnico, 198

Embrapa Uva e Vinho
Rua Livramento, 515 - Caixa Postal 130
95701-008 Bento Gonçalves, RS
Fone: (0xx) 54 3455-8000
Fax: (0xx) 54 3451-2792
<https://www.embrapa.br/uva-e-vinho/>

Ministério da Agricultura,
Pecuária e Abastecimento



1ª edição
Edição digitalizada (2017)

Comitê de Publicações

Presidente: *César Luis Girardi*
Secretária-executiva: *Sandra de Souza Sebben*
Membros: *Adeliano Carginin, Alexandre Hoffmann, Ana Beatriz da Costa Czermainski, Henrique Pessoa dos Santos, João Caetano Fioravanço, João Henrique Ribeiro Figueredo, Jorge Tonietto, Rochelle Martins Alvorcem e Viviane Maria Zanella Bello Fialho*

Expediente

Editoração gráfica: *Cristiane Turchet*
Normalização bibliográfica: *Rochelle Martins Alvorcem*