

# A Irrigação na Produção de Uvas para Elaboração de Vinhos Finos

## 79 Circular Técnica

Bento Gonçalves, RS  
Outubro, 2008

### Autor

**Marco Antônio Fonseca  
Conceição**  
Eng. Civil, Dr.,  
Embrapa Uva e Vinho,  
Estação Experimental de  
Viticultura Tropical,  
Caixa Postal 241,  
CEP 15700-000  
Jales, SP,  
marcoafc@cnpuv.embrapa.br

## Introdução

A irrigação tem sido utilizada em diferentes regiões do mundo na produção de uvas da espécie *Vitis vinifera* L, destinadas à elaboração de vinhos finos.

Em regiões áridas e semi-áridas, como no Submédio São Francisco, por exemplo, a irrigação é a principal fonte de água para a cultura. Já em regiões mais úmidas, a irrigação suplementa a precipitação pluvial. Esse é o caso de novas áreas produtoras, como o Norte de Minas Gerais, por exemplo. Nessa região, há um período do ano mais seco e um mais chuvoso, sendo que o período seco é o que apresenta o maior potencial para o cultivo da videira, visando à obtenção de vinhos de qualidade (CONCEIÇÃO; TONIETTO, 2005).

Na Região Sul do Brasil há uma ocorrência natural de altos índices pluviiais durante todo o ciclo da cultura, não havendo, normalmente, a necessidade do uso de irrigação. Nos últimos anos, entretanto, devido à escassez de chuvas, vários produtores passaram a se interessar pela implantação de sistemas de irrigação em suas áreas. Contribui, também, para essa demanda, o incremento na utilização da plasticultura, uma vez que, para solos mais arenosos, a água da chuva, que cai entre as fileiras, pode não alcançar a região radicular das plantas, havendo a necessidade, assim, da irrigação.

## Solos e raízes

O sistema radicular da videira pode atingir vários metros de profundidade. Para fins de irrigação, entretanto, deve-se considerar, apenas, a profundidade efetiva das raízes, que é onde se concentra a maior parte do sistema radicular da cultura. De um modo geral, pode-se considerar que essa profundidade se situa entre 40 cm e 60 cm (PIRES et al., 1997; BASSOI et al., 2002; BASSOI et al., 2003).

Já os solos podem ser classificados como de alta, média e baixa capacidade de retenção de água, havendo, entretanto, outros tipos intermediários. Considerando-se um valor médio de profundidade efetiva das raízes igual a 50 cm, pode-se considerar que os solos de alta, média e baixa capacidade de retenção conseguem armazenar cerca de 80 mm, 60 mm e 40 mm de água, respectivamente. Esses são os valores máximos que as plantas podem utilizar.

Deve-se evitar, entretanto, que a reserva hídrica do solo se esgote, pois isso pode prejudicar o desenvolvimento e a produção de frutos das videiras. Recomenda-se, assim, que a irrigação seja efetuada sempre que o consumo hídrico atinja uma fração máxima (F) da água disponível do solo.

O valor de F depende da evapotranspiração da cultura (ETc), sendo que quanto maior a ETc menor deverá ser o valor de F.

Esse valor pode ser calculado pela expressão (ALLEN et al., 1998):

$$F = 0,50 + 0,04 \cdot (5 - ETc) \quad (1)$$

em que F é a fração máxima da água do solo a ser consumida (decimal) e ETc é a evapotranspiração da cultura (mm/dia).

Assim para uma ETc igual a 2,0 mm/dia o valor de F será:

$$F = 0,50 + 0,04 \cdot (5 - 2,0)$$

$$F = 0,62 = 62\%$$

Se a ETc for igual a 6,0 mm/dia, o valor de F será igual a:

$$F = 0,50 + 0,04 \cdot (5 - 6)$$

$$F = 0,46 = 46\%$$

Normalmente, o valor de F se situa entre 0,4 e 0,6 ou 40% e 60% da água disponível do solo.

Considerando-se um valor intermediário de 50%, as lâminas máximas de água a serem utilizadas pela cultura serão de, aproximadamente, 40 mm, 30 mm e 20 mm para os solos de alta, média e baixa capacidade de retenção de água, respectivamente.

Esses valores poderão, entretanto, ser excedidos, caso se deseje induzir um déficit hídrico controlado nas videiras.

## Sistemas de irrigação

O método mais empregado na produção de uvas para a elaboração de vinhos finos tem sido o gotejamento.

Existem vários modelos de gotejadores no mercado, sendo que eles podem ser conectados na parte externa da mangueira ou ficarem inseridos na própria linha de irrigação (Figuras 1 e 2).



Foto: Marco A. F. Conceição

Fig. 1. Modelo de gotejador que fica inserido dentro da linha de irrigação.



Foto: Naan-Dan

Fig. 2. Modelo de gotejador que é conectado na parte externa da linha de irrigação.

Entre as vantagens desse método estão: a economia de água, devido ao controle de sua aplicação e à redução de perdas; os menores custos com mão-de-obra; a não

interferência dos ventos sobre a aplicação; e a possibilidade, em alguns locais, de fornecimento de água por gravidade, uma vez que os gotejadores operam com baixas pressões (XAVIER et al., 2006).

Além disso, a irrigação por gotejamento reduz a incidência de doenças fúngicas nas videiras, por não molhar a parte aérea da cultura, além de permitir que outras práticas culturais possam ser efetuadas durante a aplicação de água.

A sua principal limitação deve-se aos possíveis problemas de entupimentos. Há, dessa maneira, a necessidade da utilização de água de melhor qualidade e, normalmente, de filtros de tela ou discos conjuntamente com filtros de areia (Figura 3).

Teores mais elevados de ferro dissolvido na água podem, também, causar entupimento dos gotejadores. Para solucionar esse problema deve-se utilizar um sistema de aeração antes dos filtros, permitindo a precipitação do ferro, prática essa, entretanto, que encarece o sistema. Também podem ser empregados tratamentos químicos, utilizando-se ácido fosfórico ou hipoclorito de sódio (VIEIRA et al., 2004).

Na irrigação por gotejamento, deve-se adotar, preferencialmente, a aplicação de fertilizantes através da água de irrigação (fertirrigação), pois eles não ficarão disponíveis para as plantas se forem aplicados em locais que não estiverem umedecidos.

Para se evitar danos mecânicos, as linhas de gotejadores devem ser posicionadas a uma altura de 20 cm a 30 cm acima da superfície do solo, fixando-as em fios de arame presos nos postes do parreiral.

As linhas de gotejadores também podem ser enterradas. Neste caso, o objetivo é reduzir a evaporação da água do solo.



Fig. 3. Filtros de discos (no alto), tela (centro) e de areia (em baixo). Fonte: Carborundum.

Deve-se precaver, entretanto, quanto a problemas de entupimento, devido ao contato dos gotejadores com o solo e à intrusão radicular nos emissores, que podem impedir o seu funcionamento. Neste caso deve-se fazer a aplicação de herbicidas via água de irrigação.

Na Tabela 1 são apresentados os diâmetros molhados aproximados de gotejadores, para diferentes vazões e tipos de solo.

Verifica-se, pela Tabela 1, que quanto maior a vazão maior será o diâmetro molhado. Nota-se, também, que solos mais arenosos apresentam os menores valores de diâmetros.

Tabela 1. Diâmetros molhados por gotejadores com diferentes vazões e texturas de solo.

Vazão (L/h)	Textura Arenosa	Textura Média	Textura Argilosa
< 1,5	0,2 m	0,5 m	0,9 m
2,0	0,3 m	0,7 m	1,0 m
4,0	0,6 m	1,0 m	1,3 m
8,0	1,0 m	1,3 m	1,7 m
12,0	1,3 m	1,6 m	2,0 m

Baseado em Keller & Karmelli (1975).

Normalmente o espaçamento dos gotejadores nas linhas permite que se forme uma faixa úmida contínua ao longo de toda a fileira de plantas.

Assim, para se determinar a fração de solo molhado pelo sistema basta se dividir o diâmetro molhado pelo espaçamento entre fileiras.

Para fileiras espaçadas, por exemplo, em 2,0 m e diâmetro molhado igual a 1,0 m, a fração umedecida será igual a 0,5 ( $1,0 \text{ m} \div 2,0 \text{ m}$ ) ou 50%.

Para se calcular a reserva hídrica do solo irrigado por gotejamento deve-se, por conseguinte, multiplicar o valor da água disponível pela fração de solo umedecida.

Para um solo, por exemplo, que apresenta 30 mm de água disponível e uma fração umedecida igual a 0,5

(50%), a reserva hídrica do solo será igual a 15 mm ( $30 \text{ mm} \times 0,5$ ).

É devido a essa menor disponibilidade de água para a cultura que o intervalo entre irrigações, na irrigação por gotejamento, deve ser inferior aos dos outros métodos.

Se um solo apresentar, por exemplo, uma reserva de água igual a 24 mm e a demanda hídrica da cultura for de 4,0 mm/dia, o intervalo entre irrigações por aspersão, na ausência de chuvas, poderá ser de seis dias ( $24 \text{ mm} \div 4,0 \text{ mm/dia} = 6 \text{ dias}$ ).

Para um sistema de gotejamento que molhe, entretanto, apenas 50% da superfície do solo, a reserva hídrica será de 12 mm (50% de 24 mm), e o intervalo entre irrigações, deverá ser de três dias, no máximo ( $12 \text{ mm} \div 4,0 \text{ mm/dia} = 3 \text{ dias}$ ).

Verifica-se, assim, que existe um limite mínimo do percentual de molhamento da superfície do solo, abaixo do qual a sua reserva hídrica se torna insuficiente para manter as necessidades da cultura.

Para aumentar esse percentual pode-se empregar gotejadores de maior vazão (ver Tabela 1) ou utilizar duas linhas de irrigação por fileira, ao invés de uma.

Também pode-se adotar a irrigação por microaspersão, que molha uma superfície maior de solo, permitindo uma maior expansão do sistema radicular em relação ao gotejamento.

Os sistemas de microaspersão também necessitam de filtros, mas é comum empregar-se somente os de tela (ou discos), não necessitando, normalmente, de filtros de areia, uma vez que os microaspersores são menos suscetíveis ao entupimento.

O requerimento de pressão na microaspersão é cerca de 20% a 30% maior do que no gotejamento, o que implica em um maior consumo de energia e no uso de motobombas de maior potência.

## Demanda hídrica da videira

O uso da água por um vinhedo varia conforme o estágio de desenvolvimento da cultura.

Há, normalmente, uma baixa demanda no início da fase de crescimento, devido à menor área foliar das plantas. Nesse período as maiores perdas de água devem-se à evaporação da água do solo.

Segue-se um período de alta demanda, quando o dossel está plenamente desenvolvido.

Há uma redução do consumo após a colheita, devido à menor taxa de transpiração das folhas mais velhas e à queda de folhas.

O sistema de condução exerce um papel preponderante no consumo hídrico da cultura, uma vez que ele afeta diretamente a área foliar e a distribuição da vegetação no vinhedo.

Sistemas que permitem uma maior expansão foliar, como a latada, induzem a um maior consumo de água em relação àqueles em que a área foliar é menor, como a espaldeira, por exemplo.

## Evapotranspiração da cultura

A evapotranspiração da cultura (ET<sub>c</sub>) representa a soma da evaporação da água do solo e da transpiração das plantas.

Os valores de ET<sub>c</sub> podem apresentar grande variabilidade ao longo do desenvolvimento vegetativo da videira.

Valores entre 2,0 mm/dia e 6,3 mm/dia já foram registrados para a cultivar Petit Syrah (*Vitis vinifera* L.) conduzida em espaldeira na região do Submédio São Francisco (TEIXEIRA et al., 2003).

A estimativa diária da ET<sub>c</sub> (mm/dia) durante o ciclo da cultura é realizada, normalmente, empregando-se a expressão:

$$ET_c = E_{To} \cdot K_c \quad (2)$$

em que E<sub>To</sub> (mm/dia) é a evapotranspiração de referência, determinada a partir de dados meteorológicos; e K<sub>c</sub> é o coeficiente da cultura, determinado para cada estágio de desenvolvimento das plantas.

## Evapotranspiração de referência

A evapotranspiração de referência (E<sub>To</sub>) representa a demanda hídrica devido às condições atmosféricas locais. Esses valores são, geralmente, fornecidos pelos serviços meteorológicos regionais. Quanto mais altas forem a radiação solar, a temperatura do ar e a velocidade do vento, e quanto menor for a umidade relativa do ar, maior será a E<sub>To</sub>.

Para a estimativa de E<sub>To</sub> podem ser empregados vários métodos, tais como:

- a) Penman-Monteith – é o método padrão atual para a estimativa de E<sub>To</sub>. Esse método é utilizado, principalmente, quando se dispõe de estações meteorológicas com sensores de radiação, velocidade de vento, temperatura e umidade relativa do ar.

O roteiro para a sua utilização é descrito por Conceição (2006). Planilhas automáticas podem ser empregadas para facilitar o cálculo da E<sub>To</sub> pelo método de Penman-Monteith (CONCEIÇÃO, 2007).

- b) Tanque Classe A – é um método bastante adotado em áreas irrigadas. Para sua utilização mede-se diariamente a evaporação da água em um tanque padrão, denominado Classe A, multiplicando-se esse valor por um coeficiente (K<sub>p</sub>).

O valor de  $K_p$  é tabelado, sendo função da bordadura ao redor do tanque, da velocidade do vento e da umidade relativa do ar (CONCEIÇÃO, 2001).

Para a determinação de  $K_p$  pode-se utilizar, também, equações ou valores fixos, calibrados para as condições locais (CONCEIÇÃO, 2001).

- c) Hargreaves-Samani – esse método emprega a temperatura do ar e a radiação solar no topo da atmosfera como variáveis de entrada. O seu roteiro de cálculo é apresentado por Conceição e Mandelli (2005a).
- d) Valores médios de  $ET_o$  – embora com menor precisão, pode-se empregar valores médios históricos de  $ET_o$  como base para o manejo da água, quando não se dispõe de estimativas diárias dessa variável.

Valores médios de  $ET_o$  para algumas regiões vitícolas brasileiras são apresentados a seguir:

Tabela 2. Valores médios de  $ET_o$  (mm/dia) para a Região da Serra Gaúcha (baseados em CONCEIÇÃO; MANDELLI, 2005b).

MÊS	$ET_o$	MÊS	$ET_o$
JAN	4,0	JUL	1,3
FEV	3,5	AGO	1,9
MAR	3,1	SET	2,3
ABR	2,1	OUT	3,1
MAI	1,4	NOV	3,8
JUN	1,1	DEZ	4,1

Tabela 3. Valores médios de  $ET_o$  (mm/dia) para a região norte do Paraná (baseados em CONCEIÇÃO; REZENDE, 2005).

MÊS	$ET_o$	MÊS	$ET_o$
JAN	4,6	JUL	2,3
FEV	4,3	AGO	2,9
MAR	4,0	SET	3,5
ABR	3,3	OUT	4,4
MAI	2,3	NOV	4,9
JUN	2,0	DEZ	4,8

Tabela 4. Valores médios de  $ET_o$  (mm/dia) para a região noroeste de São Paulo (baseados em CONCEIÇÃO, 2003).

MÊS	$ET_o$	MÊS	$ET_o$
JAN	4,7	JUL	3,4
FEV	4,8	AGO	4,1
MAR	4,3	SET	4,9
ABR	4,0	OUT	5,3
MAI	3,3	NOV	5,4
JUN	2,9	DEZ	4,8

Tabela 5. Valores médios de  $ET_o$  (mm/dia) para a região do Submédio São Francisco (baseados em EMBRAPA SEMI-ÁRIDO, 2008).

MÊS	$ET_o$	MÊS	$ET_o$
JAN	4,6	JUL	3,8
FEV	4,6	AGO	4,6
MAR	4,2	SET	5,4
ABR	4,0	OUT	5,9
MAI	3,7	NOV	5,6
JUN	3,6	DEZ	5,0

## Coeficientes de cultura

O valor do coeficiente de cultura ( $K_c$ ) varia com o desenvolvimento vegetativo, a cultivar, o manejo do solo, o espaçamento entre plantas, a frequência de irrigação e as condições climáticas, entre outros fatores.

Esses valores também são afetados pelo sistema de condução utilizado, uma vez que eles estão relacionados à área foliar exposta no vinhedo.

No início do desenvolvimento vegetativo (após a poda), a área foliar é pequena e o valor de  $K_c$  -  $K_{c\text{início}}$  ( $K_{ci}$ ) – será função, principalmente, da evaporação da água do solo. Esta, por sua vez, está diretamente relacionada à frequência de irrigação e à evapotranspiração de referência ( $E_{To}$ ) do local.

Com o crescimento dos ramos o  $K_c$  aumenta, pois aumentam a área foliar e a transpiração das plantas, atingindo seu maior valor no meio do ciclo da cultura –  $K_{c\text{meio}}$  ( $K_{cm}$ ) – durante o período de maior desenvolvimento vegetativo.

O  $K_c$  no final do ciclo –  $K_{c\text{fim}}$  ( $K_{cf}$ ) – diminui por causa do envelhecimento e queda das folhas.

Para as condições da Serra Gaúcha, Conceição e Mandelli (2007) recomendam valores de  $K_{ci}$ ,  $K_{cm}$  e  $K_{cf}$  iguais, respectivamente, a 0,50, 0,90 e 0,45 para condução em latada. Para vinhedos em espaldeira os autores recomendam valores iguais a 0,30, 0,70 e 0,35 para  $K_{ci}$ ,  $K_{cm}$  e  $K_{cf}$ , respectivamente, que são os mesmos valores indicados por Allen et al. (1998).

Nas condições do Submédio São Francisco os valores de  $K_c$  não variam muito durante o ciclo da cultura. Para a cultivar Petit Syrah (*Vitis vinifera* L.), conduzida em espaldeira e irrigada por gotejamento, foram determinados valores de  $K_c$  entre 0,63 e 0,87, durante todo o ciclo fenológico, com uma média de 0,77 (TEIXEIRA et al., 2007).

## Monitoramento da água no solo

Para se monitorar a água no solo podem ser empregados diferentes métodos. Um dos mais utilizados é o controle do potencial matricial ou tensão da água no solo. Para isso utiliza-se equipamentos denominados tensiômetros (Figura 4).

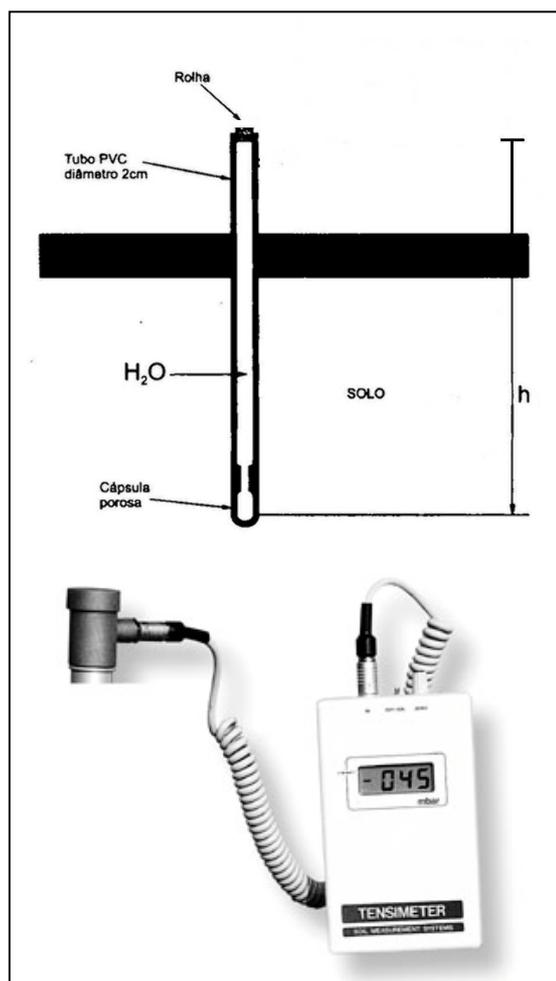


Fig. 4. Tensiômetro instalado no solo (acima) e tensímetro para efetuar as leituras (abaixo). Fonte: Soares e Costa (2000) e Soil Moisture.

Quanto mais seco estiver o solo maior será a tensão com que a água ficará retida. Os tensiômetros conseguem registrar no máximo tensões iguais a 80 kPa.

Para maiores valores pode-se empregar sensores granulares matriciais do tipo “Watermark” (Figura 5), que opera até 200 kPa.



Fig. 5. Sensor granular matricial do tipo “Watermark”.  
Fonte: Irrrometer.

Outro equipamento que pode acusar o momento em que se atinge o limite máximo de tensão da água no solo é o Irrigas, desenvolvido pela Embrapa Hortaliças (CALBO; SILVA, 2005). Esse equipamento (Figura 6) consiste em uma cápsula porosa (sensor), conectada através de um tubo flexível a uma pequena cuba transparente, sendo a cápsula instalada no solo à profundidade desejada.

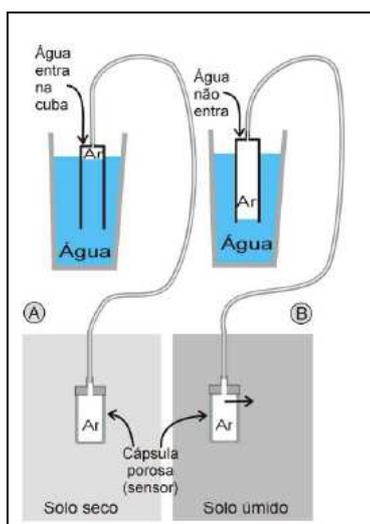


Fig. 6. Esquema demonstrando o funcionamento do Irrigas. Fonte: Calbo e Silva (2005).

Se o solo estiver úmido, a água não penetra na cuba quando ela é submersa, porque o ar não sai pelos poros da cápsula (Figura 6B).

Quando a umidade do solo fica abaixo do valor crítico, a cápsula torna-se permeável à passagem do ar e a água entra na cuba (Figura 6A).

Esse equipamento funciona para valores de tensão da água no solo iguais 15 kPa, 25 kPa e 40 kPa.

O limite máximo da tensão da água no solo para a videira dependerá, principalmente, da cultivar empregada, do porta-enxerto e da capacidade de armazenamento de água do solo.

Recomenda-se, de uma forma geral, que esse valor máximo fique entre 15 kPa e 25 kPa. Alguns trabalhos realizados no exterior, em solos mais argilosos, afirmam que esse valor pode alcançar 40 kPa.

Valores maiores de tensão não devem ser permitidos, a menos que se queira induzir um déficit hídrico controlado.

Os sensores, como os tensiômetros ou o Irrigas, devem ser instalados, normalmente, na fileira das culturas a 1/4 da distância entre plantas.

Assim, se a distância entre elas for de 2,00 m, por exemplo, eles devem ser instalados a 0,50 m de distância das plantas.

Em geral, a maior parte das raízes da videira fica entre 0,40 m e 0,60 m de profundidade. Esse valor é denominado profundidade efetiva (PE) do sistema radicular. Assim, um sensor deve ficar entre 0,20 m e 0,30 m, que é o meio da PE, e outro logo abaixo da PE, isto é, entre 0,50 m e 0,70 m de profundidade, para verificar se há a ocorrência de perdas por drenagem.

As plantas onde serão instalados os sensores devem ser representativas da área. Deve-se buscar instalar,

pelo menos, três pares de sensores às profundidades mencionadas, em cada parcela que for irrigada conjuntamente.

Além da tensão da água no solo, pode-se monitorar o seu teor de umidade empregando-se diversos equipamentos como a sonda de nêutrons (Figura 7), sondas de capacitância (Figura 8) e do tipo TDR (Figura 9).

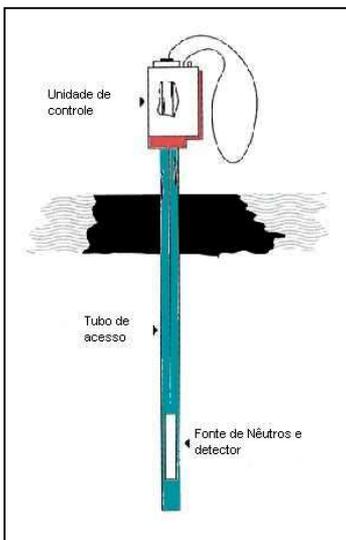


Fig 7. Sonda de nêutrons. Fonte: Washington State University.



Fig. 8. Sonda de capacitância. Fonte: Delta T.



Fig. 9. Sonda do tipo TDR. Fonte: Spectrum Technologies.

Essas avaliações da umidade do solo visam determinar, principalmente, o momento em que se atinge a fração máxima (F) da água disponível a ser consumida pela cultura.

## Monitoramento hídrico nas plantas

Assim como se monitora o potencial hídrico no solo, pode-se registrar o potencial da água nas plantas.

Para isso é utilizado um equipamento denominado câmara ou bomba de Scholander (Figura 10). Embora bastante empregado na pesquisa científica, esse equipamento tem sido cada vez mais utilizado por empresas vitivinícolas para a determinação do momento da irrigação (OJEDA, 2007).



Fig. 10. Câmara de Scholander. Fonte: Ecosearch.

Os valores do potencial hídrico nas folhas (PHF) variam conforme o desenvolvimento da cultura. Para as medições realizadas antes do amanhecer, Ojeda (2007) recomenda que os valores de PHF devem ficar entre 0,0 MPa e -0,2 MPa, da brotação ao florescimento; entre -0,3 MPa e -0,4 MPa, no período entre o florescimento e o início da maturação; entre -0,3 MPa e -0,7 MPa, durante a maturação até a colheita. Após a colheita, o valor limite de PHF deve ser de -0,4 MPa, permitindo que a planta recupere seu estado hídrico.

O registro das variações do diâmetro do tronco, com o uso de dendrômetros, também pode ser empregado para avaliar as condições hídricas da videira, devido à sua sensibilidade à ocorrência de estresse hídrico (Figura 11).



Fig. 11. Dendrômetro para avaliar a variação do diâmetro do tronco. Fonte: Dynamax.

Esse método, todavia, pode apresentar maior variabilidade de valores quando comparado com os registros de potencial hídrico na folha.

## Manejo da irrigação

O manejo da irrigação pode ser realizado de diferentes maneiras.

## Manejo baseado na tensão da água no solo

Nesse tipo de manejo, deve-se coletar amostras de solo não deformadas e enviá-las a um laboratório especializado para que seja obtida a curva de retenção da água no solo. A profundidade a ser amostrada deve ficar entre 20 cm e 30 cm, representando a metade da região onde se encontra a maior parte das raízes.

Para se utilizar a curva primeiramente deve-se estabelecer qual a tensão correspondente à umidade na capacidade de campo (CC). A CC é o limite superior de umidade que o solo consegue reter, acima do qual o excesso de água é drenado para as camadas inferiores. De um modo geral, para os solos brasileiros, o valor de CC corresponde à tensão entre 6 kPa, para solos mais arenosos, e 10 kPa, para solos mais argilosos.

Na Figura 12 é apresentado um exemplo de curva de retenção de água no solo, cuja umidade correspondente à capacidade de campo (tensão de 6 kPa) é igual a 26% do volume do solo.

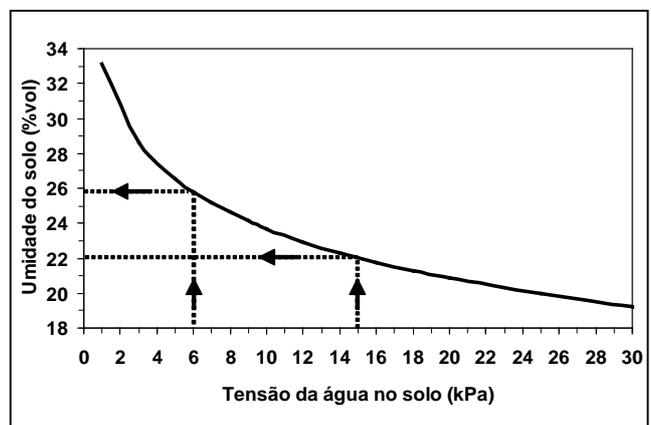


Fig. 12. Exemplo de curva de retenção da água no solo. Fonte: Elaborado por Marco A. F. Conceição.

Considerando-se que a irrigação seja realizada quando a tensão atingir 15 kPa, verifica-se que a umidade correspondente a esse valor é igual a 22% do volume do solo.

A diferença entre os dois valores de umidade (26% - 22%) é igual a 4%, que é o volume a ser aplicado na irrigação.

Cada unidade percentual de volume corresponde a 10 mm por metro de profundidade de solo. Assim, 4% do volume do solo equivale a 40 mm de água por metro de profundidade.

Se a profundidade efetiva das raízes for de 0,5 m, a lâmina a ser aplicada deverá ser igual a 20 mm (40 mm/m x 0,5 m).

Os valores da curva de retenção podem ser ajustados a uma equação. No caso da curva da Figura 12, a equação que descreve a relação entre a umidade do solo (U, em %volume) e a tensão (T, em kPa) pode ser escrita da seguinte forma:

$$U = 34,4 \cdot T^{(-0,16)} \quad (3)$$

Pode-se averiguar que para T igual a 6 kPa e a 15 kPa os valores de U serão iguais a 26% e 22%, respectivamente.

A principal vantagem desse tipo de manejo é que ele independe das informações meteorológicas locais, baseando-se apenas na dinâmica da água no solo.

Por outro lado, pode-se cometer erros devido à imprecisão das leituras e à variabilidade espacial do solo.

### Manejo com turno de rega fixo

Nesse tipo de manejo, para se estimar a lâmina a ser aplicada, estabelece-se um turno de rega fixo e calcula-se a soma dos valores da ETc acumulados entre irrigações.

Se ocorrerem precipitações no período, o valor deverá ser descontado da lâmina a ser aplicada.

Na Tabela 6, é apresentado um exemplo de planilha em que há irrigação a cada cinco dias.

Nesse método de manejo necessita-se de informações meteorológicas locais, devendo haver, ainda, o monitoramento da umidade do solo (ou das plantas) para avaliar se os critérios adotados no manejo, como os valores de Kc e o turno de rega, são os mais adequados.

Tabela 6. Exemplo de planilha para registro do manejo da irrigação, considerando-se um turno de rega fixo de cinco dias.

ETc (mm)	P (mm)	ETca (mm)	AVISO
2,3		2,3	
3,1		2,3 + 3,1 = 5,4	
3,7		5,4 + 3,7 = 9,1	
3,8		9,1 + 3,8 = 12,9	
3,4	7,0	12,9 + 3,4 - 7,0 = 9,3	Irigar
3,8		3,8	
3,6		3,8 + 3,6 = 7,4	
3,5		7,4 + 3,5 = 10,9	
3,4		10,9 + 3,4 = 14,3	
3,5		14,3 + 3,5 = 17,8	Irigar

ETc é a evapotranspiração da cultura; P é a precipitação pluvial; e ETca é a evapotranspiração acumulada (soma dos valores diários de ETc menos o valor de P, quando houver chuva). Fonte: Elaborado por Marco A. F. Conceição.

### Manejo com lâmina de irrigação fixa

Nesse método, a irrigação é realizada sempre que a ETc acumulada (ETca) atinge um valor pré-estabelecido, que vai depender, principalmente, do tipo de solo.

Quanto maior a capacidade de retenção de água apresentada pelo solo, maior poderá ser o valor de ETca e, conseqüentemente, maior será o intervalo entre irrigações.

Na Tabela 7, é apresentado um exemplo de planilha em que a irrigação é realizada sempre que a ETca atingir um valor próximo a 20 mm.

Como o valor da precipitação pluvial (P) ocorrida no intervalo entre irrigações é descontado do valor da ETc acumulada (ETca), quanto mais chuva houver maior será o intervalo entre irrigações e, conseqüentemente, menor o número de irrigações da cultura, o que representa uma economia de água e energia.

Tabela 7. Exemplo de planilha para registro do manejo da irrigação, considerando-se uma lâmina fixa de irrigação igual a 20 mm.

ETc (mm)	P (mm)	ETca (mm)	AVISO
2,3		2,3	
3,1		2,3 + 3,1 = 5,4	
3,7		5,4 + 3,7 = 9,1	
3,8		9,1 + 3,8 = 12,9	
3,4	7,0	12,9 + 3,4 - 7,0 = 9,3	
3,8		9,3 + 3,8 = 13,1	
3,6		13,1 + 3,6 = 16,7	
3,5		16,7 + 3,5 = 20,2	Irrigar
3,4		3,4	
3,5		3,4 + 3,5 = 6,9	

ETc é a evapotranspiração da cultura; P é a precipitação pluvial; e ETca é a evapotranspiração acumulada (soma dos valores diários de ETc menos o valor de P, quando houver chuva). Fonte: Elaborado por Marco A. F. Conceição.

Por essa razão, em regiões onde há precipitações pluviais mais freqüentes, recomenda-se utilizar intervalos com lâminas de irrigação fixas ao invés de turnos de rega fixos.

## Intensidade e tempo de aplicação

A Intensidade de Aplicação do sistema (IA) pode ser calculada pela expressão:

$$IA = Q \div (EE \cdot EL) \quad (4)$$

onde Q é a vazão do gotejador, microaspersor ou aspersor (L/h); EE é o espaçamento entre emissores na linha (m); EL é o espaçamento entre linhas de irrigação (m).

O tempo de aplicação do sistema de irrigação pode ser calculado pela expressão:

$$TA = ETca \div IA \quad (5)$$

em que TA é o tempo de aplicação (h); ETca é a ETc acumulada entre duas irrigações (mm); IA é a intensidade de aplicação do sistema de irrigação (mm/h).

Assim, por exemplo:

- ETca = 20 mm
- Q (gotejador) = 4 L/h
- EE = 0,5 m
- EL = 2,0 m
- IA = 4 L/h ÷ (0,5 m · 2,0 m) = 4,0 mm/h
- TA = 20 mm ÷ 4,0 mm/h = 5,0 h

O valor de TA deverá ter um acréscimo entre 10% a 25% considerando-se valores da eficiência de aplicação (EA) entre 90% e 80%, respectivamente.

Assim, no exemplo anterior, se a EA for de 80%, o tempo de aplicação (TA) deverá ser de 6,25 h (5,0 + 25%). Já se a EA for de 90% o TA será de 5,5 h (5,0 + 10%). Verifica-se que quanto maior a eficiência de aplicação, menor será o TA, gerando economia de água e energia.

### Manejo com déficit hídrico

O déficit hídrico pode afetar o crescimento da cultura, reduzindo as taxas de fotossíntese e de transpiração, e a área foliar total das plantas.

Para vinhedos em formação, o déficit deve ser evitado, a fim de se permitir o desenvolvimento de plantas bem estruturadas.

A partir do momento, entretanto, em que as plantas iniciam a produção, é comum o estabelecimento de um déficit hídrico durante o ciclo da cultura, com o objetivo de se obter vinhos de melhor qualidade.

Para a obtenção de vinhos jovens, leves e frutados, Ojeda (2007) sugere um déficit hídrico de leve a moderado durante a maturação, enquanto que, para vinhos de guarda, mais concentrados, deve-se permitir uma restrição hídrica entre moderada e forte durante o crescimento das bagas e a maturação dos frutos.

Quando o déficit hídrico é provocado no período de maturação, o objetivo é a obtenção de bagas menores devido à redução na acumulação de água (GIRONA et al., 2006).

Já o déficit que ocorre durante as primeiras etapas de crescimento das bagas é o que mais afeta o seu desenvolvimento. O déficit controlado durante essa etapa tem o objetivo de se obter bagas menores e que apresentem uma maior relação casca e polpa, uma vez que a casca contém grande parte dos compostos que conferem qualidade final ao produto.

O manejo com déficit hídrico pode reduzir a produtividade mas favorece, normalmente, a qualidade dos vinhos, principalmente dos tintos (DRY et al., 2001).

O controle do déficit deve ser realizado com cuidado, uma vez que níveis maiores de estresse podem prejudicar o desenvolvimento da cultura e a qualidade final dos frutos e do vinho.

Esse controle se baseia em resultados de pesquisas realizadas com a cultivar e com o porta-enxerto, sob as condições de clima e solo da região de cultivo.

No Brasil pesquisas empregando-se manejo com déficit hídrico são recentes.

Avaliações na Região do Submédio São Francisco, durante o primeiro ciclo da cultivar Syrah (*Vitis vinifera* L.), irrigada por gotejamento, foram realizadas por Bassoi et al. (2007). O déficit hídrico, que foi aplicado no período de maturação dos frutos, não afetou a fenologia, as condições hídricas ou as variáveis de produção da cultura.

O controle do déficit hídrico pode ser feito acompanhando-se a tensão da água ou o teor de umidade no solo. Pode-se, também, fazer o controle a partir dos valores do potencial hídrico nas folhas ou no tronco.

Outra maneira de se realizar o manejo com déficit é aplicando-se lâminas de irrigação inferiores ao consumo hídrico da cultura (ETc).

Opazo et al. (2004), por exemplo, verificaram que a melhor combinação entre qualidade dos frutos, produção e desenvolvimento vegetativo, para a cultivar Cabernet Sauvignon (*Vitis vinifera* L.), foi obtida irrigando-se com 40% da ETc durante a formação dos frutos até o início da maturação, e 70% da ETc do início da maturação até a colheita.

Deve-se ressaltar, finalmente, que o manejo da irrigação com déficit hídrico permite uma economia no uso de água e energia.

### **Manejo com secamento parcial da região radicular**

Nessa técnica empregam-se duas linhas de gotejadores (ou microaspersores) por fileira de planta, sendo que cada linha umedece apenas um dos lados de cada planta na fileira (DU TROIT et al., 2003).

Enquanto uma linha está operando, a outra ficará inativa, havendo uma alternância entre elas a cada quinze dias, aproximadamente (DU TROIT et al., 2003).

Devido ao estresse hídrico que parte do sistema radicular sofre, as raízes passam a produzir ácido abscísico (ABA). Isso induz um fechamento parcial dos estômatos, o que reduz a transpiração e o crescimento vegetativo da cultura, sem afetar, contudo, a produção e a qualidade final das uvas (DRY et al., 2001; DU TROIT et al., 2003).

A qualidade pode, até mesmo, ser incrementada, devido a uma maior concentração de fenóis (SANTOS et al., 2007).

O secamento parcial da região radicular permite, também, uma redução significativa da irrigação total, aumentando a eficiência do uso da água em relação à irrigação convencional (DRY et al., 2001; DU TROIT et al., 2003).

Essa técnica favorece as condições microclimáticas na região dos cachos, proporcionando uma maior incidência da radiação devido ao menor desenvolvimento vegetativo da cultura (SANTOS et al., 2007).

Avaliações preliminares do uso desse método realizadas por Bassoi et al. (2007), mostraram que a

concentração fenólica foi maior com o uso da técnica de secamento parcial da região radicular.

### **Fertirrigação**

A fertirrigação é a aplicação de fertilizantes através da água de irrigação. As principais vantagens desse método são: a economia de mão-de-obra; a aplicação dos nutrientes na mesma área em que está sendo aplicada a água, aumentando a disponibilidade deles para a cultura; e a possibilidade de aumentar a frequência de aplicação de nutrientes, aumentando a sua eficiência e reduzindo as possibilidades de perdas.

### **Equipamentos para a fertirrigação**

Os equipamentos mais empregados para a injeção de fertilizantes são:

- a) Bombas injetoras do tipo diafragma e do tipo centrífuga, que é semelhante às utilizadas na irrigação. Essas bombas succionam a solução fertilizante do reservatório e a injetam na tubulação sob pressão. As bombas centrífugas empregadas na injeção de fertilizantes são, geralmente, mais caras, pois devem ser construídas com materiais anticorrosivos (PINTO, 2001).

A bomba do tipo diafragma pode ser acionada com a pressão hidráulica do próprio sistema de irrigação (Figura 13).

- b) Tanque injetor, onde a solução fica armazenada em um recipiente fechado (o tanque) e parte da água de irrigação é derivada para dentro desse recipiente, retornando posteriormente à tubulação com a adição dos fertilizantes (Figura 14).
- c) Injetor do tipo Venturi, que causa um estrangulamento na linha de irrigação, proporcionando uma sucção do fertilizante que está em um reservatório conectado ao Venturi (Figura 15).



Fig. 13. Bomba injetora do tipo diafragma. Fonte: Amiad.

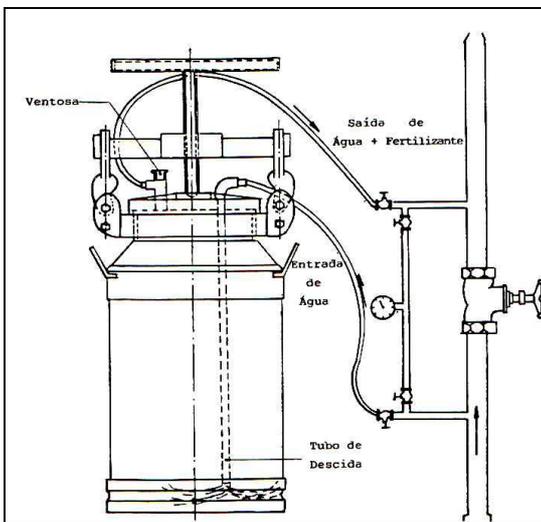


Fig. 14. Esquema de tanque injetor para fertirrigação. Fonte: Andrade e Gornat (1992).

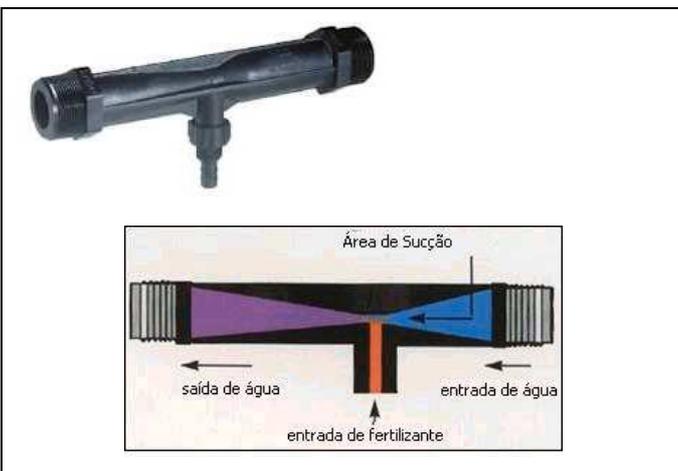


Fig. 15. Injetor do tipo Venturi e esquema explicativo de injeção de fertilizantes. Fonte: Carborundum e Netafim.

As bombas injetoras e o Venturi aplicam os fertilizantes a uma taxa constante de concentração. No tanque injetor, por outro lado, a concentração é alta no início e vai se reduzindo aos poucos com a aplicação.

### Tipos de fertilizantes empregados

Apesar da possibilidade de se aplicar vários tipos de fertilizantes via água de irrigação, os mais usados são os que contêm nitrogênio e potássio. Esses dois nutrientes são os mais demandados pela videira, além de serem bastante móveis no solo (principalmente o nitrogênio), facilitando as perdas por percolação profunda.

As solubilidades de alguns fertilizantes potássicos e nitrogenados estão apresentadas na Tabela 8.

Tabela 8. Solubilidade (kg/100 L) de alguns fertilizantes potássicos e nitrogenados.

Fertilizante	Solubilidade
Nitrato de amônio	118
Sulfato de amônio	71
Uréia	78
Cloreto de potássio	34
Sulfato de potássio	11
Nitrato de potássio	32

Fonte: Villas Bôas et al. (1999).

Por exemplo, em 100 L de água pode-se dissolver 78 kg de uréia ou 34 kg de cloreto de potássio.

Outro adubo nitrogenado bastante usado é o nitrato de cálcio, que é altamente solúvel em água (102 kg/L). Deve-se evitar, contudo, usá-lo misturado a sulfatos ou fosfatos, pois existem riscos de entupimento das tubulações e dos emissores (PINTO, 2001).

Vários adubos líquidos são, também, comercializados no mercado e podem ser empregados via água de irrigação.

### Manejo da fertirrigação

Na utilização da fertirrigação, não se deve injetar os fertilizantes no início da aplicação de água, devendo-se aguardar para que o sistema entre em equilíbrio hidráulico.

O início da aplicação de adubos deve ser efetuado após ter passado 25% do tempo de irrigação (TI), cessando-se a injeção quando faltar 25% do TI, para lavagem da tubulação e para que os fertilizantes se aprofundem no solo (PINTO, 2001).

Se o tempo de irrigação for, por exemplo, de quatro horas, deve-se iniciar a injeção de fertilizantes após uma hora e terminá-la após duas horas, deixando-se uma hora para lavagem da tubulação.

A época e a frequência de aplicação dos fertilizantes vão depender da curva de absorção de nutrientes da planta, do sistema de irrigação utilizado e do manejo da irrigação.

A fertirrigação pode ser diária, com doses reduzidas dos produtos, em sistemas de gotejamento. Em sistemas de microaspersão é comum a utilização de um intervalo maior.

A videira, entretanto, nem sempre responde ao maior parcelamento da adubação via fertirrigação.

Mesmo em solos com alto teor de areia, o parcelamento pode não surtir efeito, principalmente se os índices pluviométricos forem baixos (CONRADIE; MYBURGH, 2000).

Nessas condições, um manejo eficiente da irrigação evita perdas por drenagem e, conseqüentemente, permite um maior intervalo entre as adubações.

Por outro lado, em solos com baixa capacidade de retenção de água e que estão sujeitos a altas precipitações pluviais podem ocorrer maiores perdas.

Nesses casos, o maior parcelamento dos fertilizantes pode aumentar a eficiência da adubação, apresentando um efeito positivo nos componentes de produção e na qualidade dos frutos.

### Referências bibliográficas

ALLEN R. G.; PEREIRA, L.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements**. Rome: FAO, 1998. (Irrigation and Drainage Paper, 56).

ANDRADE, C. de L.T. de; GORNAT, B. **Calibração e operação de um tanque de fertirrigação**. Parnaíba: Embrapa - CNPAI, 1992. 18 p. (Embrapa - CNPAI. Circular Técnica, 3).

BASSOI, L.H.; DANTAS, B. F.; LIMA FILHO, J. M. P.; LIMA, M. A. C.; LEÃO, P. C. S.; SILVA, D. J.; MAIA, J. L. T.; SOUZA, C. R.; SILVA, J. A. M.; RAMOS, M. M. Preliminary results of a long-term experiment about RDI and PRD irrigation strategies in winegrapes in São Francisco Valley, Brazil. **Acta Horticulturae**, v.754, p.275-282, 2007.

BASSOI, L. H.; HOPMANS, J. W.; JORGE, L. A. de C.; ALENCAR, C. M. de; SILVA, J. A. M. Grapevine root distribution in drip and microsprinkler irrigation. **Scientia Agricola**, v. 60, n. 2, p. 377-387, 2003.

BASSOI, L. H.; GRANGEIRO, L. C.; SILVA, J. A. M.; SILVA, E. E. G. da. 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.

CALBO, A.G.; SILVA, W. L. de C. **Sistema Irrigas para manejo de irrigação: fundamentos, aplicações e**

desenvolvimentos. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2005. 174 p.

CONCEIÇÃO, M. A. F. **Determinação da evapotranspiração de referência com base na evaporação do tanque Classe A na região noroeste de São Paulo**. Bento Gonçalves: Embrapa-CNPUV, 2001. 4 p. (Embrapa-CNPUV. Comunicado Técnico, 37).

CONCEIÇÃO, M. A. F. Estimativa da evapotranspiração de referência com base na temperatura do ar para as condições do Baixo Rio Grande, SP. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v. 11, n. 2, p. 229-236, 2003.

CONCEIÇÃO, M. A. F. **Planilha para cálculo diário da evapotranspiração de referência pelo método de Penman-Monteith parametrizado pela FAO**. Disponível em: <[www.cnpuv.embrapa.br/tecnologias](http://www.cnpuv.embrapa.br/tecnologias)>. Acesso em: 25 jul. 2007.

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.; MANDELLI, F. **Cálculo da evapotranspiração de referência com base na temperatura do ar**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2005a. 4 p. (Embrapa Uva e Vinho. Comunicado Técnico, 61).

CONCEIÇÃO, M. A. F.; MANDELLI, F. Comparação entre métodos de estimativa da evapotranspiração de referência em Bento Gonçalves, RS. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Piracicaba, v. 13, n. 2, p. 303-307, 2005b.

CONCEIÇÃO, M. A. F.; MANDELLI, F.M. **Necessidade de água da cultura da videira na região da Serra**

**Gáucha**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2007. 1 folder.

CONCEIÇÃO, M. A. F.; REZENDE, R. Irrigação com base na temperatura do ar em áreas de produção integrada de uvas na região norte do Paraná. In: SEMINÁRIO BRASILEIRO DE PRODUÇÃO INTEGRADA, 7., 2005, Fortaleza. **Resumos...** Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2005. p.120.

CONCEIÇÃO, M. A. F.; TONIETTO, J. **Potencial climático da região norte de Minas Gerais para a produção de uvas destinadas à elaboração de vinhos finos**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2005. 4 p. (Embrapa Uva e Vinho. Comunicado Técnico, 56).

CONRADIE, W. J.; MYBURGH, P. A. Fertigation of Vitis vinifera L. cv. Bukettraube/110 Richter on a sandy soil. **South African Journal of Enology and Viticulture**, v. 21, n. 1, p. 26-34, 2000.

DRY, P.R.; LOVEYS, .B.R.; McCARTHY, M.G.; STOLL, M. Strategic irrigation management in Australian vineyards. **Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin**, v. 35, n. 3, p. 129-139, 2001.

DU TROIT, P. G.; DRY, P. R.; LOVEYS, B. R. A preliminary investigation on partial rootzone drying (PRD) effects on grapevine performance, nitrogen assimilation and berry composition. **South African Journal of Enology and Viticulture**, v. 24, n. 2, p. 43-54, 2003.

EMBRAPA SEMI-ÁRIDO. **Dados meteorológicos**. Disponível em: <[www.cpatsa.embrapa.br/index.php?op=dadosmet&mn=3](http://www.cpatsa.embrapa.br/index.php?op=dadosmet&mn=3)>. Acesso em: 08 set. 2008.

GIRONA, J.; MATA, M.; DEL CAMPO, J.; ARBONÉS, A.; BARTRA, E.; MARSAL, J. The use of midday leaf water potential for scheduling deficit irrigation in

vineyards. **Irrigation Science**, v. 24, n. 2, p. 115-127, 2006.

KELLER, J.; KARMEELLI, D. **Trickle irrigation design**.

Glendora: Rain Bird Sprinkler Manufacturing Corporation, 1975. 133 p.

OJEDA, H. El riego de precisión de la vid en función de los requerimientos hídricos y sus objetivos productivos.

In: CONGRESO LATINOAMERICANO DE VITICULTURA Y ENOLOGIA, 11., 2007, Mendoza.

**Seduciendo al consumidor de hoy: anales**. [Mendoza: INV: CLEIFRA], 2007. 1 CD-ROM.

OPAZO, C. A.; ORTEGA-FARIAS, S.; MORENO, Y.

Effect of three levels of water application during post-setting and post-veraison over vegetative development, productivity and grape quality on cv. Cabernet Sauvignon. **Acta Horticulturae**, v.646, p.143-146, 2004.

PINTO, J. M. Ferrirrigação em fruticultura irrigada. **Item**, v. 49, p. 14-23, 2001.

PIRES, R. C. de M.; SAKAI, E.; FOLEGATTI, M. V.;

PIMENTEL, M. H. L.; FUJIWARA, M. Distribuição e profundidade do sistema radicular da videira. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 26., 1997, Campina Grande. **Anais...** Campina Grande: SBEA/UFPB. 1997. 1 CD-ROM.

SANTOS, T. P. dos; LOPES, C. M.; RODRIGUES, M.

L.; SOUZA, C. R. de; RICARDO-DA-SILVA, J. M.; MAROCO, J. S.; CHAVES, M. M. Effects of deficit irrigation strategies on cluster microclimate for improving fruit composition of Moscatel field-grown grapevines. **Scientia Horticulturae**, v. 112, n. 3, p. 321-330, 2007.

SOARES, J. M.; COSTA, F. F. da. Irrigação da cultura da videira. In: LEÃO, P. C. de S.; SOARES, J. M. (Ed.)

**A viticultura no semi-árido brasileiro**. Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2000. p.147-212.

TEIXEIRA, A. H. de C.; BASSOI, L. H.; SILVA, T. G. F.

Estimativa da evapotranspiração da videira para vinho utilizando o balanço de energia e a metodologia proposta pela FAO. In: CONGRESSO NACIONAL DE **IRRIGAÇÃO E DRENAGEM, 13, 2003, Juazeiro. Anais...** Juazeiro: ABID, 2003. 1 CD-ROM.

TEIXEIRA, A.H. de C.; BASTIAANSSEN, W. G. M.;

BASSOI, L. H. Crop water parameters of irrigated wine and table grapes to support water productivity analysis in the São Francisco river basin, Brazil. **Agricultural Water Management**, v. 94, p. 31-42, 2007.

VIEIRA G. H. S.; MANTOVANI, E. C.; SILVA, J. G. F da;

RAMOS, M. M.; SILVA, C. M. Recuperação de gotejadores obstruídos devido à utilização de águas ferruginosas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.8, n.1, p.1-6, 2004.

VILLAS BÔAS, R. L.; BÜLL, L. T.; FERNANDES, D. M.

Fertilizantes em ferrirrigação. In: FOLEGATTI, M. V. (Coord.). **Ferrirrigação: citrus, flores, hortaliças**. Guaíba: Livraria e Editora Agropecuária, 1999. p.293-319.

XAVIER, L. F.; COSTA, R. de F.; COSTA, E. de F.

Adoção de tecnologias poupadoras de água na fruticultura irrigada do Vale do São Francisco: uma comparação entre percepções de colonos e empresas. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 44, n. 2, p. 219-241, 2006.

WILLIAMS, L. E.; MATTHEWS, M. A. Grapevine. In:

STEWART, B.A.; NIELSEN, D.R. (Ed.). **Irrigation of agricultural crops**. Madison: American Society of Agronomy, 1990. p.1020-1055. (Agronomy, 30).



**Circular Técnica, 79** Exemplares desta edição podem ser adquiridos na:  
**Embrapa Uva e Vinho**  
Rua Livramento, 515 – Caixa Postal 130  
95700-000 Bento Gonçalves, RS  
Fone: (0xx) 54 3455-8000  
Fax: (0xx) 54 3451-2792  
<http://www.cnpuv.embrapa.br>



1ª edição  
1ª impressão (2008): 1.000 exemplares

**Comitê de Publicações** **Presidente:** *Henrique Pessoa dos Santos*  
**Secretária-Executiva:** *Sandra de Souza Sebben*  
**Membros:** *Alexandre Hoffmann, Flávio Bello Fialho, Kátia Midori Hiwatashi, Marcos Botton, Viviane Maria Zanella Bello Fialho*

**Expediente** **Tratamento das ilustrações:** *Marco A. F. Conceição*  
**Normatização bibliográfica:** *Kátia Midori Hiwatashi*