

3 IRRIGAÇÃO

Marco Antônio Fonseca Conceição

Marco Antônio Fonseca Conceição ³

3.1 Introdução

A irrigação tem sido utilizada em diferentes regiões na produção de uvas destinadas à elaboração de sucos, vinhos e espumantes. 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.

Na região Sul do Brasil há uma ocorrência natural de altos índices pluviais durante todo o ciclo da cultura, não havendo, normalmente, a necessidade do uso de irrigação. Nos últimos anos, entretanto, devido à escassez de chuvas, alguns 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.

3.2 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.

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. 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. Normalmente, o valor de F para a videira se situa entre 0,40 e 0,60 ou seja, 40% a 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 plantas.

Para se calcular a reserva hídrica do solo irrigado por gotejamento deve-se 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 0,50 (50%), a reserva hídrica do solo será igual a 15 mm (30 mm x 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.

3.3 Sistemas de Irrigação

Vários sistemas podem ser empregados para a irrigação da videira, dependendo das condições de solo e clima do local, bem como da disponibilidade de equipamentos e recursos financeiros.

³ Engenheiro Civil, Doutor, Pesquisador, Embrapa Uva e Vinho/Estação Experimental de Viticultura Tropical, Jales, SP,
E-mail: marcoafo@cnpv.embrapa.br



No Brasil a maior parte das áreas irrigadas com a cultura localiza-se em regiões de topografia elevada e em solos de textura média a arenosa. Por essa razão, a irrigação é realizada, principalmente, empregando-se sistemas sob pressão, como a aspersão, a microaspersão e o gotejamento.

3.3.1 Irrigação por aspersão

Os sistemas de aspersão são, normalmente, empregados apenas nos vinhedos conduzidos em latada. Eles podem ser fixos ou portáteis. Nos sistemas fixos as tubulações são mantidas nos parreiras, tornando-os mais caros, mas, por outro lado, demandando menos mão-de-obra. Nos sistemas portáteis as tubulações e, ou, os aspersores são removidos após a irrigação, o que reduz o custo inicial, requerendo, contudo, maior demanda de mão-de-obra. Os sistemas portáteis são indicados, preferencialmente, para pequenas áreas, sendo um dos de menor custo de implantação.

Os sistemas por aspersão podem aplicar água por baixo das folhas (subcopa) ou por cima das folhas (sobrecopa). Nos sistemas subcopa há uma interferência dos troncos das plantas nos jatos de água, o que prejudica a uniformidade de distribuição. Os sistemas sobrecopas molham as folhas, aumentando as chances de ocorrência de algumas doenças fúngicas. Além disso, apresentam maiores perdas de água durante a aplicação, devido à evaporação e ao arraste pelo vento. Por isso não se recomenda a utilização de aspersores sobrecopa.

Em sistemas por aspersão, deve-se verificar se a taxa de aplicação dos aspersores é menor do que a velocidade de infiltração da água no solo. Caso isso não ocorra, parte da água aplicada poderá ficar empoçada ou, em alguns casos, escorrer superficialmente. Esses empoçamentos reduzem a aeração do solo, diminuem o volume de água infiltrado, aumentam as perdas por evaporação e criam um ambiente propício para o desenvolvimento de doenças fúngicas.

As vazões e pressões dos sistemas de aspersão são, normalmente, de média a alta, exigindo motobombas de maior potência do que as empregadas na irrigação por microaspersão e gotejamento. Esses sistemas não apresentam, contudo, problemas de entupimento de emissores, não requerendo o uso de equipamentos de filtragem. A necessidade de manutenção é, normalmente, menor quando comparados aos outros dois sistemas mencionados.

3.3.2 Irrigação por gotejamento

Esses sistemas aplicam baixas vazões com altas frequências, muitas vezes diárias, pois o volume de solo umedecido é menor. Eles permitem, contudo, que outras práticas culturais possam ser efetuadas durante a aplicação de água, ao contrário da aspersão e da microaspersão.

Os gotejadores são bastante suscetíveis ao entupimento, necessitando, muitas vezes, além de filtros de tela (ou discos) também de filtros de areia. Tem-se observado a ocorrência de problemas sérios de entupimento devido, principalmente, ao conteúdo de ferro na água de irrigação. Para solucionar esse problema, em locais com alta concentração de ferro dissolvido, 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.

Para se evitar danos mecânicos, as linhas de gotejadores devem ser posicionadas acima da superfície do solo, fixando-as em fios de arame presos no parreiral. As linhas de gotejadores também podem ser enterradas. Neste caso, o objetivo é reduzir a evaporação da água do solo. Deve-se precaver, entretanto, quanto a problemas de entupimento, devido ao contato dos gotejadores com o solo e a intrusão radicular nos emissores, que podem impedir o seu funcionamento. Neste caso deve-se fazer a aplicação de herbicidas via água de irrigação.

No quadro 1 são apresentados os diâmetros molhados aproximados de gotejadores para diferentes vazões e tipos de solo. Para um gotejador com vazão de 4,0 L/h em um solo de textura média, por exemplo, o diâmetro do bulbo molhado será de, aproximadamente, 1,0 m.

Quadro 1 – Diâmetros molhados para gotejadores com diferentes vazões e tipos de solo.

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

Baseado em Keller & Karmelli (1975).

Na irrigação por gotejamento o manejo da adubação deve ser alterado, empregando-se, preferencialmente, a fertirrigação. Se os fertilizantes (ou matéria orgânica) forem aplicados em uma região do solo que não estiver umedecida eles não ficarão disponíveis para as plantas.

3.3.3 Irrigação por microaspersão

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. Nesses sistemas, entretanto, podem ocorrer problemas com a entrada de insetos e aranhas nos microaspersores, prejudicando a aplicação de água.

Na microaspersão os emissores são, normalmente, posicionados a cada duas plantas, não havendo problemas de interferência dos troncos, como na aspersão subcopa. Os emissores de maiores vazões apresentam menos problemas de entupimento e tempos de irrigação menores, requerendo, contudo, maior custo inicial, por exigirem tubulações de maior diâmetro e motobombas de maior potência. Sempre que possível, as tubulações devem ficar suspensas na parreira, evitando-se cortes por enxadas ou danos por animais.

Como nos outros métodos de irrigação, na microaspersão deve-se precaver em relação a equipamentos de baixa qualidade. Tubulações com pressão nominal menor que a requerida tendem a rachar com o tempo e rotores (asas giratórias) de qualidade inferior se desgastam com o uso, prejudicando a aplicação de água.

3.4 Necessidade de água da cultura

Para se determinar a necessidade de água a ser aplicada deve-se conhecer a evapotranspiração da cultura (ETc), que engloba a evaporação da água do solo e a transpiração das plantas. A ETc dependerá da variedade, do tipo de solo, das condições meteorológicas e dos sistemas de condução da planta e de irrigação, entre outros. Durante os estágios iniciais de desenvolvimento, há um predomínio da evaporação da água do solo sobre a transpiração das plantas. Posteriormente, com o desenvolvimento da cultura, a transpiração passa a exercer o papel predominante no processo. Outro fator que afeta a demanda hídrica da videira é o uso de cobertura plástica no vinhedo, que costuma reduzir a demanda devido, principalmente, aos menores valores da radiação solar incidente e da velocidade do vento.



Para se determinar a E_{Tc} é comum determinar-se, primeiramente, a evapotranspiração de referência (E_{To}) da região, multiplicando-a posteriormente pelo coeficiente de cultura (K_c), conforme a expressão:

$$E_{Tc} = E_{To} \times K_c \quad (1)$$

em que E_{Tc} é a evapotranspiração da cultura (mm/dia); E_{To} é a evapotranspiração de referência (mm/dia); K_c é o coeficiente da cultura (adimensional).

3.4.1 Evapotranspiração de Referência (E_{To})

Para se obter a E_{To} utilizam-se, normalmente, estimativas meteorológicas. Quanto maiores 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_{To} . Para a estimativa de E_{To} podem ser empregados vários métodos, tais como:

a) Penman-Monteith-FAO

É o método padrão atual para a estimativa de E_{To} . 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). Os sistemas de armazenamento de dados (datalogger) das estações automáticas podem ser programados para calcular os valores de E_{To} . Se isso não for possível, planilhas eletrônicas podem ser empregadas para facilitar o cálculo da E_{To} por esse método, como a apresentada por Conceição (2011a) no site da Embrapa Uva e Vinho na Internet.

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_p). 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, conforme apresentado por Conceição (2001). Para a determinação de K_p pode-se utilizar, também, equações ou valores fixos, calibrados para as condições locais.

c) Hargreaves

Esse método se baseia nas temperaturas máxima, média e mínima do ar para a estimativa de E_{To} . O seu roteiro de cálculo é apresentado por Conceição & Mandelli (2005 a). Também podem ser empregadas planilhas eletrônicas para a sua utilização, como a que está disponível no site da Embrapa Uva e Vinho (Conceição, 2011 b).

d) Valores médios de E_{To}

Embora com menor precisão, podem ser empregados valores médios históricos de E_{To} como base para o manejo da água, quando não se dispõem de estimativas diárias dessa variável. Valores médios de E_{To} para algumas regiões vitícolas brasileiras são apresentados a seguir:

Quadro 2 – Valores médios de ETo para a região da Serra Gaúcha.

MÊS	ETo (mm/dia)	MÊS	ETo (mm/dia)
JAN	4	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

Fonte: dados obtidos a partir do trabalho de Conceição & Mandelli (2005 b).

Quadro 3 – Valores médios de ETo para a região norte do Paraná.

MÊS	ETo (mm/dia)	MÊS	ETo (mm/dia)
JAN	4,6	JUL	2,3
FEV	4,3	AGO	2,9
MAR	4	SET	3,5
ABR	3,3	OUT	4,4
MAI	2,3	NOV	4,9
JUN	2	DEZ	4,8

Fonte: dados obtidos a partir do trabalho de Conceição & Rezende (2005).

Quadro 4 – Valores médios de ETo para a região noroeste de São Paulo.

MÊS	ETo (mm/dia)	MÊS	ETo (mm/dia)
JAN	4,2	JUL	3,2
FEV	4,3	AGO	3,9
MAR	4,1	SET	4,3
ABR	3,7	OUT	4,5
MAI	3	NOV	4,5
JUN	2,9	DEZ	4,4

Fonte: <http://www.cnpuv.embrapa.br/prodserv/meteorologia/jales-climaticos.html>.

Quadro 5 – Valores médios da evapotranspiração de referência (ETo) para a região do Submédio São Francisco.

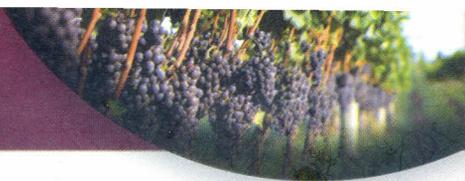
MÊS	ETo (mm/dia)	MÊS	ETo (mm/dia)
JAN	4,6	JUL	3,8
FEV	4,6	AGO	4,6
MAR	4,2	SET	5,4
ABR	4,0	OUT	5,9
MAI	3,7	NOV	5,6
JUN	3,6	DEZ	5,0

Fonte: calculados com base em dados obtidos no site Fonte: <http://www.cpatsa.embrapa.br:8080/index.php?op=dadosmet>.

3.4.2 Coeficientes de Cultura

Como mencionado anteriormente, a partir do valor estimado de ETo, determina-se a evapotranspiração da cultura (ETc) multiplicando ETo por um coeficiente de cultivo (Kc). O valor de Kc é função da variedade, do local, das condições de manejo e do estágio de desenvolvimento da cultura, 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 Kc -



$K_{C_{início}}$ (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 - $K_{c_{meio}}$ (K_{cm}) – durante o período de maior desenvolvimento vegetativo.

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

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 espaladeira 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).

Para regiões e, ou, cultivares que não dispõem de dados experimentais com base em Allen et al., 1998, pode-se empregar:

- Valores de K_{ci} , K_{cm} e K_{cf} iguais, respectivamente, a 0,50, 0,90 e 0,45, para vinhedos conduzidos no sistema latada;
- Valores iguais, respectivamente, a 0,30, 0,70 e 0,35, para vinhedos em espaladeira.

Assim, a partir dos valores de K_c e de E_{To} determina-se a evapotranspiração da cultura (E_{Tc}). Considerando-se, por exemplo:

- $K_c = 0,70$;
- $E_{To} = 4,0$ mm/dia;
- $E_{Tc} = 4,0 \times 0,70 = 2,8$ mm/dia, ou 28.000 L/ha por dia.

3.5 Manejo da irrigação

O manejo da irrigação para uvas rústicas e híbridas destinadas à elaboração de sucos, espumantes ou vinhos de mesa visa, normalmente, a obtenção de altas produtividades. Para isso, busca-se manter o solo com o teor de umidade elevado, sem permitir a ocorrência de déficit hídrico. Muitas vezes, entretanto, é possível, nesses casos, o incremento do teor de açúcar (°Brix) sem prejuízo da produtividade reduzindo-se ou suspendendo-se a irrigação durante a maturação dos frutos. Deve-se ressaltar, entretanto, que esse tipo de manejo deve ser implementado com base em dados experimentais obtidos nas regiões produtoras.

Já para a produção de uvas destinadas à elaboração de vinhos e espumantes finos busca-se, normalmente, a obtenção de frutos de melhor qualidade, mesmo que haja redução da produtividade total. Para isso é necessária a aplicação de um déficit hídrico controlado no período de maturação e, principalmente, durante o período de formação das bagas. 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. Esse tipo de manejo permite uma economia no uso de água e energia.

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 das uvas 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 com as cultivares Syrah e Moscato Canelli (*Vitis vinifera* L.) mostraram que o déficit aplicado no período de maturação dos frutos não afetou a fenologia, as condições hídricas ou as variáveis de produção da cultura (BASSOI et al., 2007; SOUZA et al., 2009).

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 potencial da cultura (ETc).

3.5.1 Manejo com secamento parcial da região radicular

Nessa técnica emprega-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. Enquanto uma linha está operando, a outra ficará inativa, havendo uma alternância entre elas a cada quinze dias, aproximadamente. O secamento parcial da região radicular permite uma redução da transpiração da cultura e, conseqüentemente, da irrigação total, aumentando a eficiência do uso da água em relação à irrigação convencional. Essa técnica, normalmente, não afeta a produção e a qualidade final das uvas, que pode até mesmo ser incrementada (BASSOI et al., 2007).

3.5.2 Momento de irrigação

Pode-se estabelecer o momento de irrigação com base na tensão da água do solo. Quanto menor a umidade, maior será a tensão com que a água estará retida. Para determinar-se a tensão utiliza-se, normalmente, um equipamento denominado tensiômetro. Para fazer a leitura das tensões empregam-se medidores acoplados ao tensiômetros, denominados tensímetros. 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 Empresa Hortalças (CALBO; SILVA, 2005). Esse equipamento funciona para valores de tensão da água no solo iguais a 15 kPa, a 25 kPa e a 40 kPa.

Recomenda-se que as tensões máximas da água no solo na região radicular da cultura fiquem entre 10 kPa e 20 kPa, para solos de baixa e média capacidade de retenção de água. Alguns trabalhos realizados em solos de maior capacidade de retenção 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. Nesse caso, para tensões de até 80 kPa, pode-se empregar tensiômetros. Para tensões maiores, devem ser empregados sensores granulares matriciais do tipo "Watermark", que operam até 200 kPa.

Os sensores 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, aproximadamente, 0,50 m de distância das plantas. Como, em geral, a maior parte das raízes da videira fica entre 0,40m e 0,60m de profundidade (profundidade efetiva – PE), um sensor deve ficar entre 0,20 m e 0,30 m, que é o meio da PE. Outro sensor deve ser instalado 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.



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 de Scholander. Embora bastante empregado na pesquisa científica, esse equipamento tem sido cada vez mais utilizado por empresas vitivinícolas para a determinação do momento da irrigação. Considera-se que as plantas não apresentam estresse hídrico quando o valor do potencial hídrico nas folhas, determinado antes do amanhecer, for igual ou maior (menos negativo) do que $-0,2$ MPa, o que equivale a um valor igual ou superior a $-0,8$ MPa medido ao meio-dia (OJEDA, 2007). Valores menores (mais negativos) podem ser permitidos se deseja-se obter um déficit hídrico controlado, normalmente superiores (menos negativos) a $-0,6$ MPa antes do amanhecer ou a $-1,4$ MPa ao meio-dia (OJEDA, 2007).

3.5.3 Manejo com o 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 ET_c acumulados entre irrigações. Se ocorrerem precipitações pluviais no período, o valor deverá ser descontado da lâmina a ser aplicada. No quadro 6, é apresentado um exemplo de planilha em que a irrigação é realizada a cada cinco dias.

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

Dia	ET_c (mm)	P (mm)	ET_c acumulada (ET_{ca})(mm)	AVISO
1	2,3		2,3	
2	3,1		$3,1 + 2,3 = 5,4$	
3	3,7		$3,7 + 5,4 = 9,1$	
4	3,8		$3,8 + 9,1 = 12,9$	
5	3,4	7,0	$3,4 + 12,9 - 7,0 = 9,3$	Irigar 9,3 mm
1	3,8		3,8	
2	3,6		$3,6 + 3,8 = 7,4$	
3	3,5		$3,5 + 7,4 = 10,9$	
4	3,4		$3,4 + 10,9 = 14,3$	
5	3,5		$3,5 + 14,3 = 17,8$	Irigar 17,8 mm

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 K_c e o turno de rega, são os mais adequados.

3.5.4 Manejo com lâmina de irrigação fixa

Nesse método, a irrigação é realizada sempre que a ET_c acumulada (ET_{ca}) 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 ET_{ca} e, conseqüentemente, maior será o intervalo entre irrigações. No quadro 7, é apresentado um exemplo de planilha em que a irrigação é realizada sempre que a ET_{ca} atingir um valor próximo a 20mm.

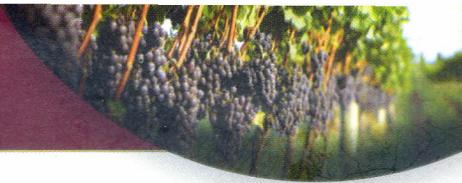
Quadro 7 – Exemplo de planilha para registro do manejo da irrigação, considerando-se uma lâmina fixa de irrigação igual a 20 mm.

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

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. 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.

3.5.5 Tempo de irrigação

Para se determinar o tempo de irrigação (TI), basta dividir-se a ETc pela vazão total aplicada. Assim, por exemplo, a vazão total por hectare de 500 microaspersores de 70 L/h será igual 35.000 L/h (500×70). Uma ETc igual a 28.000 L/ha por dia significará um tempo de irrigação de 0,8 hora por dia ($28.000/35.000$). Se a irrigação for realizada a cada 4 dias, isso representará um TI de 3,2 horas a cada 4 dias ($0,8 \times 4$). A esse tempo deverá ser acrescentado um percentual entre 10% e 20% correspondente à eficiência de aplicação do sistema.



Referências bibliográficas

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

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**, n. 754, p. 275-282, 2007.

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

CONCEIÇÃO, M. A. F. **Planilha para cálculo diário da evapotranspiração de referência pelo método de Penman-Monteith parametrizado pela FAO**. Disponível em: <<http://www.cnpuv.embrapa.br/tecnologias/>>. Acesso em: 02 maio 2011.

CONCEIÇÃO, M. A. F. **Planilha para estimativa diária da evapotranspiração das culturas (ETc) utilizando valores da temperatura do ar**. Disponível em: <<http://www.cnpuv.embrapa.br/tecnologias/>>. Acesso em: 02 maio 2011a.

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.; 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.

KELLER, J.; KARMEILLI, D. **Trickle irrigation design**. Glendora: Rain Bird Sprinkler Manufacturing Corporation, 1975. 133 p.

SOUZA, C. R. de; BASSOI, L. H.; LIMA FILHO, J. M. P.; SILVA, F. F. S. da; VIANA, L. H.; DANTAS, B. F.; PEREIRA, M. S.; RIBEIRO, P. R. de A. Water relations of field-grown grapevines in the São Francisco Valley, Brazil, under different rootstocks and irrigation strategies. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 66, n. 4, p. 436-446, 2009.

TEIXEIRA, A. H. de C.; BASTIAANSEN, 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.