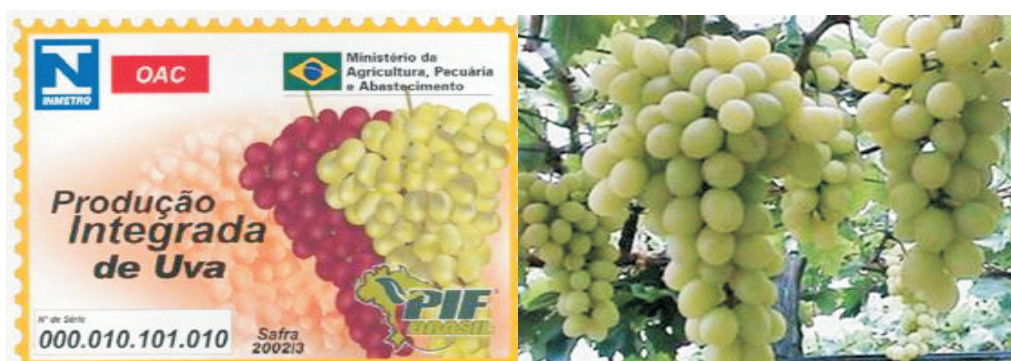


Irrigação na Produção Integrada de Uvas Finas de Mesa PI-Uva



ISSN 1808-9992

Dezembro, 2011

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Semiárido
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

Documentos 241

Irrigação na Produção Integrada de Uvas Finas de Mesa PI-Uva

*Marcos Brandão Braga
Luís Henrique Bassoi
Marcelo Calgaro
José Maria Pinto
Welson Lima Simões*

Embrapa Semiárido
Petrolina, PE
2011

Esta publicação está disponibilizada no endereço:

<http://www.cpatsa.embrapa.br>

Exemplares da mesma podem ser adquiridos na:

Embrapa Semiárido

BR 428, km 152, Zona Rural

Caixa Postal 23 56302-970 Petrolina, PE

Fone: (87) 3866-3600 Fax: (87) 3866-3815

sac@cpatsa.embrapa.br

Comitê de Publicações da Unidade

Presidente: Maria Auxiliadora Coêlho de Lima

Secretário-Executivo: Anderson Ramos de Oliveira

Membros: Ana Valéria de Souza

Andréa Amaral Alves

Gislene Feitosa Brito Gama

José Maria Pinto

Juliana Martins Ribeiro

Magna Soelma Beserra de Moura

Mizael Félix da Silva Neto

Patrícia Coelho de Souza Leão

Sidinei Anunciação Silva

Welson Lima Simões

Vanderlise Giongo

Supervisor editorial: Sidinei Anunciação Silva

Revisor de texto: Sidinei Anunciação Silva

Normalização bibliográfica: Sidinei Anunciação Silva

Tratamento de ilustrações: Nivaldo Torres dos Santos

Editores eletrônicos: Nivaldo Torres dos Santos

1ª edição (2011): Formato digital

Todos os direitos reservados.

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei no 9.610).

É permitida a reprodução parcial do conteúdo desta publicação desde que citada a fonte.

CIP - Brasil. Catalogação na publicação

Embrapa Semiárido

Irrigação na produção integrada de uvas finas de mesa: PI-Uva / Marcos Brandão Braga... [et al.]. -- Petrolina: Embrapa Semiárido, 2011.

45 p.: il. color. (Embrapa Semiárido. Documentos, 241).

1. Uva de mesa. 2. Videira. 3. Produção integrada. 4. Irrigação. I. Título. II. Série.

CDD 634

© Embrapa 2011

Autores

Marcos Brandão Braga

Engenheiro-agrônomo, D.Sc. Em Irrigação e Drenagem, pesquisador da Embrapa Hortaliças, Brasília, DF, marcos.braga@cnph.embrapa.br.

Luis Henrique Bassoi

Engenheiro-agrônomo, D.Sc. Em Irrigação e Drenagem, pesquisador da Embrapa Semiárido, lhbassoi@cpatsa.embrapa.br.

Marcelo Calgato

Engenheiro-agrônomo, D.Sc. Em Irrigação e Drenagem, pesquisador da Embrapa Semiárido, Petrolina, PE, marcelo.calgato@cpatsa.embrapa.br.

José Maria Pinto

Engenheiro-agrícola, D.Sc. Em Irrigação e Drenagem, pesquisador da Embrapa Semiárido, Petrolina, PE, jmpinto@cpatsa.embrapa.br.

Welson Lima Simões

Engenheiro-agrônomo, D.Sc. Em Irrigação e Drenagem, pesquisador da Embrapa Semiárido, Petrolina, PE, wel.simoes@cpatsa.embrapa.br.

Apresentação

Ao longo da história, acordos internacionais vêm sendo realizados com o objetivo de reduzir a degradação dos recursos naturais. Nunca se discutiu com tanta ênfase a questão da água; sua disponibilidade e risco de escassez. Tais discussões são maximizadas quando se considera aspectos como aquecimento global e sustentabilidade. Esta, passou a ser um imperativo ao desenvolvimento das organizações.

Desenvolvimento pautado na sustentabilidade passou a ser o foco de muitas atividades econômicas. A fruticultura não foge desse novo modelo de produção e diante da temida escassez de água, tornam-se indispensáveis estudos que visem à economia de recursos e, principalmente, o uso racional da água.

Na fruticultura são aplicadas algumas técnicas de manejo que buscam contemplar uma produção agrícola sustentável. Dentre elas, destaca-se Produção Integrada de Frutas (PIF), que pode ser percebida como uma ferramenta estratégica, visto que possibilita a redução do uso de pesticidas e a consequente diminuição dos índices de resíduos agroquímicos nas frutas.

Este trabalho traz algumas considerações sobre uma das principais culturas do Submédio do Vale do São Francisco: a videira, cultivada no contexto da PIF. Esperamos que o mesmo seja referência para aqueles que desejam aprimorar seus conhecimentos acerca do tema.

Nataniel Franklin de Melo
Chefe-Geral da Embrapa Semiárido

Sumário

| | |
|--|----|
| Introdução..... | 6 |
| Cultivo irrigado | 7 |
| Normas técnicas para PI-Uva | 8 |
| Manejo de irrigação | 38 |
| Preenchimento dos formulários relacionados aos cadernos de campo da PI-Uva | 41 |
| Considerações finais | 42 |
| Referências | 43 |

Irrigação na Produção Integrada de Uvas Finas de Mesa PI-Uva

Marcos Brandão Braga

Luís Henrique Bassoi

Marcelo Calgato

José Maria Pinto

Welson Lima Simões

Introdução

As facilidades do comércio mundial entre países fizeram aumentar a exportação de frutos in natura. Em consequência, a preocupação dos consumidores com a qualidade fez surgir, na Europa, normas para produção de alimentos que consideram o uso racional de defensivos agrícolas e dos recursos naturais. A partir disso, empresas importadoras e mercados compradores criaram normas e padrões para entrada e ou compra de produtos in natura em diversos mercados receptores, surgindo siglas como: EurepGAP, GlobalGap, Boas práticas agrícolas (BPA), etc. No Brasil, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) tomou a iniciativa de criar normas técnicas para produção de frutas, com intuito de adequá-la às exigências internacionais. O selo de certificação de Produção Integrada de Frutas (PIF) visa, entre outras coisas, garantir aos consumidores, além da segurança alimentar, que as uvas são produzidas em um sistema de produção baseado na sustentabilidade ambiental, na segurança e saúde dos trabalhadores (PINHEIRO; ADISSI, 2007).

A PIF, além de ser uma proposta de agricultura sustentável, também aumenta a competitividade das frutas brasileiras nos principais mercados importadores, os quais, além da qualidade visual das frutas, passaram a exigir controle de todo o sistema de produção, de modo a permitir a rastreabilidade do produto (FACHINELLO, 2001). Nesse contexto,

foram criados diversos planos de PIF, e, em 25 de setembro de 2003, o Diário Oficial da União publicou a instrução normativa Nº 11, de 18 de setembro de 2003, instituindo a PI — Uvas finas de mesa (BRASIL, 2003).

A irrigação é um dos itens considerados na PI Uvas finas de mesa, sendo bastante utilizada em diversos lugares do mundo — Estados Unidos da América, Chile, Israel, Austrália e Brasil — No Brasil, a irrigação da videira de mesa está restrita a poucas regiões, com destaque para o Submédio do Vale do São Francisco, que concentra cerca de 80% das uvas finas de mesa produzida no Brasil, bem como quase a totalidade das uvas exportadas. A irrigação tem como principal vantagem a manutenção da disponibilidade hídrica à cultura, de maneira a garantir frutos de boa qualidade. Além disso, em diversas regiões, como no Submédio São Francisco, permite a colheita de até 2,5 safras de uvas por ano.

Nesse contexto, essa seção será dedicada a dar objetividade aos pressupostos da Instrução Normativa Nº 11, na área temática irrigação, de maneira que técnicos e produtores de uva de mesa possam compreender a adequar sua produção ao manejo racional da água.

Cultivo Irrigado

A irrigação não pode ser entendida, única e exclusivamente, como um procedimento artificial para atender às condições do teor de água no solo visando à melhoria da produção agrícola. Quem se dedica à irrigação deve ter um conhecimento eclético, entender todo processo de produção, estando, portanto habilitado a trabalhar com equipes multidisciplinares. Os diversos sistemas de irrigação disponíveis possibilitam aos produtores uma moderna tecnologia de produção agrícola, que juntamente com manejo equilibrado da adubação e tratamentos culturais, reúne todas as condições para que as culturas expressem seu real potencial produtivo. Atualmente, os dois insumos, água e nutrientes caminham juntos, sendo possível disponibilizá-los ao sistema solo-planta - ao mesmo tempo - por meio da fertirrigação, com inúmeras vantagens. Assim, a escolha de variedades adaptadas

a uma região, bem como espaçamento de plantio, adubação, controle fitossanitário, combate à erosão, aplicação correta da água de irrigação e finalmente colheita e comercialização, nunca devem ser consideradas atividades isoladas, dentro de um sistema de produção.

Quando se trabalha com agricultura irrigada existem duas questões básicas que sempre causam dúvidas a técnicos e produtores: Quando se deve irrigar? E quanto de água deve ser aplicado? Portanto, saber o momento certo de iniciar as irrigações e quanto de água aplicar a uma dada cultura formam os princípios básicos do manejo racional da irrigação. O conhecimento da fisiologia da cultura e dos períodos (estádios) críticos de consumo de água e seus reflexos na produtividade são essenciais para o bom planejamento do manejo da irrigação. Por exemplo, na fase de enchimento das bagas, a videira não deve sofrer deficit hídrico, porque isso afeta de forma irreversível a qualidade dos frutos.

A importância da irrigação na produtividade das culturas vem sendo mostrada em diversos trabalhos, e tem se observado que, muitas vezes, o uso da irrigação pode quadruplicar a produtividade em relação à produção de sequeiro, como é o caso das culturas de arroz e café. Em cultivo de videira, a prática de irrigação é essencial para se obter maiores produtividades e qualidade do produto, bem como produzir em épocas fora da safra normal, obtendo-se maiores preços pelos produtos.

Normas Técnicas para PI-Uva

Dentre as diversas áreas temáticas abordadas na instrução normativa Nº 12, o manejo da água em sistemas irrigados conta com normas obrigatórias, recomendadas e proibitivas (Tabela 1); bem como, com a caderneta de campo de Informações Gerais (Seção 1- Registros climáticos) e Informações da Parcela (Seção 2 - Irrigação).

Tabela 1. Normas técnicas específicas para produção integrada de uva – PI-Uva.

| Áreas Temáticas | Normas técnicas | | |
|-----------------------|--|--|--|
| | Obrigatórias | Recomendadas | Proibidas |
| 8. Irrigação | | | |
| 8.1. Cultivo irrigado | <ul style="list-style-type: none"> - Administrar a quantidade da água de irrigação em função dos dados climáticos e da demanda da cultura da UVA - Monitorar a aplicação e controlar o nível de salinidade e a presença de substâncias poluentes | <ul style="list-style-type: none"> - Utilizar os coeficientes de cultura da UVA - Utilizar técnica de irrigação localizada e fertirrigação, conforme requisitos da cultura da UVA - Realizar a irrigação de acordo com o tipo de solo e sistema de irrigação; - Instalar instrumentos para medição da precipitação pluviométrica e, no mínimo, um termômetro de máxima e mínima a cada 50 ha | <ul style="list-style-type: none"> - Utilizar água para irrigação que não atenda aos padrões técnicos da cultura da UVA - Proceder a fertirrigação com produtos que ofereçam riscos de contaminação da fonte hídrica |

Normas obrigatórias

– Administrar a quantidade de água de irrigação em função dos dados climáticos e da demanda da cultura da videira.

A quantidade de água a ser aplicada a uma cultura pode ser estimada de diversas formas. A norma da PI-Uva confirma o uso do manejo da irrigação de acordo com a metodologia “via clima”, ou seja, a demanda

da cultura será estimada considerando-se a evapotranspiração de referência (ET_o) e os coeficientes de cultura (k_c) da videira na região de produção. Recomenda-se obter a ET_o pelo método de Penman-Monteith-FAO (ALLEN et al., 1998) ou do tanque Classe "A" (TCA).

A expressão matemática proposta por Penman-Monteith-FAO possui a seguinte relação:

$$ET_o = \frac{0,408\Delta(R_n - G) + \gamma \frac{900}{T + 273} u_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma(1 + 0,34 u_2)} \quad (1)$$

Em que ET_o é a evapotranspiração de referência (mm.dia-1), R_n é o saldo de radiação na superfície (MJ m-2 dia-1), G é o fluxo de calor no solo (MJ m-2 d-1), T é a temperatura média do ar a 2 m de altura (oC), u₂ é a velocidade do vento a 2 m de altura (m.s-1), e_s é a pressão de saturação do vapor (kPa), e_a é a pressão atual do vapor (kPa), Δ a curva da pressão de saturação de vapor (kPa oC-1) e γ é a constante psicrométrica (kPa oC⁻¹).

Para uso da equação 1, é necessário que se tenha uma estação agrometeorológica ou dispor dos dados dos termos utilizados nos cálculos. Variáveis que, na maioria das vezes, não estão disponíveis de maneira prática para que irrigantes e técnicos possam obter a ET_o. Com o advento das estações agrometeorológicas automáticas, o uso da equação 1 foi facilitado e a determinação da ET_o é feita automaticamente com uso de programas de computador. Em muitas áreas, a estação automática está ligada diretamente a um computador com programas que calcula a quantidade de água a ser aplicada, acionando e desligando automaticamente o sistema de irrigação.

O método do tanque Classe "A" (TCA) ainda é bastante usado na estimativa da ET_o, uma vez que o manejo e a manutenção do tanque são relativamente fáceis de serem realizados (Figura 1). Sua dimensão, o material de construção e a instalação seguem padrões definidos e usados em todo mundo (ALLEN et al., 1998; PEREIRA et al., 1997).

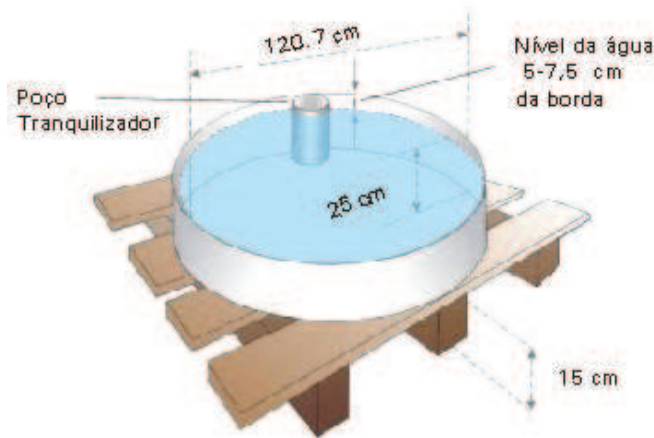


Figura 1. Tanque Classe "A".
Fonte: Adaptado de Allen et al. (1998).

A obtenção da E_{To} usando o TCA é realizada pela seguinte relação:

$$E_{To} = E_v \times K_t \quad (2)$$

Em que E_v é a evaporação da água do TCA (mm) e K_t é o coeficiente de ajuste do TCA.

A E_v normalmente é medida nos tanques Classe "A" das estações agrometeorológicas em todo o mundo às 9h; 15h e 21h, entretanto, para uma propriedade rural que precisa irrigar, recomenda-se que seja estabelecido um horário diário para realização da leitura, que pode ser antes de se iniciar a irrigação. Porém, muitos técnicos e produtores, com a experiência adquirida, ligam primeiramente o sistema de irrigação e depois realizam a leitura do TCA e calculam o tempo e/ou a lâmina de irrigação. Isso é válido desde que tomada a devida precaução para não ultrapassar o tempo real calculado para a irrigação.

O K_t (Tabela 2) é dependente de fatores físicos e ambientais do local onde está instalado o tanque Classe "A". Esses fatores são, basicamente, a velocidade do vento, a umidade relativa do ar, bordadura e se o mesmo está descoberto ou coberto com grama.

Tabela 2. Valores do coeficiente de tanque Classe “A” (Kt), em função dos dados meteorológicos da região e do meio em que ele está instalado.

| UR% Média | Exposição A (Tanque circundado por grama) | | | Exposição B (Tanque circundado por solo nu) | | | | |
|---|--|----------------|--------------|--|----------------|--------------|------|------|
| | Baixa < 40 | Média 40-70 | Alta > 70 | Baixa < 40 | Média 40-70 | Alta > 70 | | |
| Vento (km. dia ⁻¹) | *R (m) | | | | *R (m) | | | |
| Leve < 175 | 1 | 0,55 | 0,65 | 0,75 | 1 | 0,70 | 0,80 | 0,85 |
| | 10 | 0,65 | 0,75 | 0,85 | 10 | 0,60 | 0,70 | 0,80 |
| | 100 | 0,70 | 0,80 | 0,85 | 100 | 0,55 | 0,65 | 0,75 |
| | 1000 | 0,75 | 0,85 | 0,85 | 1000 | 0,50 | 0,60 | 0,70 |
| Mode- rado 175- 425 | 1 | 0,50 | 0,60 | 0,65 | 1 | 0,65 | 0,75 | 0,80 |
| | 10 | 0,60 | 0,70 | 0,75 | 10 | 0,55 | 0,65 | 0,70 |
| | 100 | 0,65 | 0,75 | 0,80 | 100 | 0,50 | 0,60 | 0,65 |
| | 1000 | 0,70 | 0,80 | 0,80 | 1000 | 0,45 | 0,55 | 0,60 |
| Forte 425- 700 | 1 | 0,45 | 0,50 | 0,60 | 1 | 0,60 | 0,65 | 0,70 |
| | 10 | 0,55 | 0,60 | 0,65 | 10 | 0,50 | 0,55 | 0,75 |
| | 100 | 0,60 | 0,65 | 0,75 | 100 | 0,45 | 0,50 | 0,60 |
| | 1000 | 0,65 | 0,70 | 0,75 | 1000 | 0,40 | 0,45 | 0,55 |
| Muito Forte > 700 | 1 | 0,40 | 0,45 | 0,50 | 1 | 0,50 | 0,60 | 0,65 |
| | 10 | 0,45 | 0,55 | 0,60 | 10 | 0,45 | 0,50 | 0,55 |
| | 100 | 0,50 | 0,60 | 0,65 | 100 | 0,40 | 0,45 | 0,50 |
| | 1000 | 0,55 | 0,60 | 0,65 | 1000 | 0,35 | 0,40 | 0,45 |

Obs: R = menor distância do centro do tanque Classe “A” até a bordadura onde não mais existirá grama ou solo nu.

Fonte: Adaptado de Doorenbos e Pruitt (1977).

– Monitorar a aplicação e controlar o nível de salinidade e a presença de substâncias poluentes.

Deve-se monitorar os níveis de salinidade no solo por meio de coletas de amostras anuais no seu perfil, até a profundidade efetiva do sistema radicular da videira (entre 40 cm e 60 cm), em pelo menos uma amostra a cada 5 ha.

É obrigatória a coleta de amostras da água de irrigação e seu envio ao laboratório mais próximo para realização de análises de metais pesados e de salinidade. De posse das análises, deve-se procurar um técnico da área para fazer as possíveis recomendações, com o objetivo de amenizar e/ou evitar danos à cultura e ao meio ambiente.

A salinidade, quando referida ao solo, denota um excesso de sais derivados de metais alcalis e alcalinos terrosos, primariamente Na^+ , Ca^{2+} , e Mg^{2+} . Os ânions predominantes são usualmente Cl^- , SO_4^{2-} , HCO_3^- . Um solo salino contém uma quantidade de sais solúveis bastante alta, capaz de comprometer o crescimento e o desenvolvimento das plantas. Esse excesso de sais pode ser inerente ao próprio solo, advindo da água de irrigação, por elevação do lençol freático ou por intrusão de água do mar (FERREIRA, 2001).

Um solo é considerado salino quando existe uma elevada concentração de sais solúveis que reduz o potencial de água do solo, sendo considerado como tal, quando a condutividade elétrica do extrato de saturação do solo (CEes) excede 4 dS.m^{-1} (RICHARDS, 1954).

A água de irrigação, por sua vez, é salina quando a sua salinidade é maior que $0,70 \text{ dS.m}^{-1}$ (RHOADES et al., 2000). O problema das áreas irrigadas com água desse nível salino ocorre quando se faz uso da irrigação sem as técnicas apropriadas de manejo, principalmente no que diz respeito à aplicação de lâminas de lixiviação e à existência de sistemas de drenagem. Por causa do processo de evapotranspiração, os sais permanecem no solo e, com o tempo, podem deixar o solo com elevada concentração salina, tornando-o salinizado.

Após salinizado, o potencial osmótico aumenta e com isso a matriz do solo retém a água com maior energia, dificultando a sua extração pela planta. Os níveis de salinidade e sodicidade dos solos brasileiros podem ser classificados de acordo a Tabela 3. Outrossim, a resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) número 357, de 17 de março de 2005, dispõe sobre as condições e padrões de qualidade das águas no Brasil e estabelece limites individuais para cada substância química poluente em cada classe de água, dentro da classificação do uso permitido (BRASIL, 2005).

Tabela 3. Classificação usada no Brasil para definir os solos quanto à salinidade e a sodicidade.

| Classificação | *CE es (dS m ⁻¹ a 25 °C) | | ***PST (%) | pHps |
|--------------------------------|-------------------------------------|------------|------------|-------|
| | Richards | Proposto** | | |
| Solos normais | < 4 | < 2 | < 15 | < 8,5 |
| Solos salinos | > 4 | > 2 | < 15 | < 8,5 |
| Solo alcalino ou salino-sódico | > 4 | > 2 | > 15 | ≤ 8,5 |
| Solos sódicos | < 4 | < 2 | > 15 | ≥ 8,5 |

* Condutividade Elétrica do extrato de saturação do solo (CEes)

** Limite defendido pela comunidade científica brasileira e internacional.

*** Percentagem de sódio trocável (PST).

Fonte: Adaptado de United States (1954).

Normas Recomendadas

– Utilizar os coeficientes de cultura da videira.

Para a determinação da demanda hídrica via dados climatológicos, aplicando-se o conceito de evapotranspiração da cultura (ET_c), faz-se necessária a definição de coeficientes de cultura (k_c), que variam nos diferentes estádios de desenvolvimento da cultura, espécie de planta, variedades, sistema de irrigação usado e condição edafoclimática local. Para a estimativa da evapotranspiração da cultura (ET_c) ou lâmina líquida a ser aplicada (LL), usa-se a relação a seguir (BERNARDO et al., 2006):

$$ET_c = LL = ET_o \times k_c \quad (3)$$

Em que ET_c ou LL é dada em mm.dia⁻¹ (caso a irrigação seja diária) e k_c é o coeficiente de cultura, que é usado para ajustar os valores de ET_c às condições de desenvolvimento da cultura.

A base técnico-científica para o uso do k_c é a que as plantas necessitam de uma quantidade de água maior ou menor de acordo os seus estádios de desenvolvimento, ou seja, uma planta de videira,

quando no estágio inicial de seu desenvolvimento, possui menor exigência hídrica do que essa mesma planta em estágio de produção dos frutos. Portanto, para o manejo de irrigação via dados climáticos com uso da ET_c , é necessário que os valores de kc sejam determinados para as condições edafoclimáticas da região. Na maioria das vezes esse tipo de estudo não é realizado localmente porque seu custo é relativamente alto. Porém, caso existam dados confiáveis de kc na região para a cultura com a qual se deseja trabalhar, deve-se adotá-los; e se não existir, pode-se trabalhar com os kcs de regiões que possuem condição de cultivo e edafoclimáticas semelhantes, e por fim, pode-se lançar mão do uso de tabelas com médias de valores de kc , propostas em diversos trabalhos como Boletim da FAO 33 (DOORENBOS; KASSAM, 1979).

A Tabela 4 apresenta os valores da ET_c e do kc determinados para a cultura da videira cv. Itália, entre a poda de produção e a colheita, com 3 anos de idade, conduzida no sistema de latada, espaçamento de 4 m x 2 m e irrigada por microaspersão, no Projeto de Irrigação de Bebedouro, em Petrolina, PE. A ET_o foi calculada pelos métodos de Penman-Monteith/FAO e do tanque Classe "A". Pode-se observar que os métodos de estimativa de ET_o fornecem resultados com algumas diferenças e, portanto, os valores de kc também apresentam diferenças que, em alguns casos, podem ser significativas.

Tabela 4. Variação da evapotranspiração da cultura (ETc) e do coeficiente de cultura (kc) determinado pelos métodos de Penman-Monteith - ETo (PM) e do tanque Classe "A" - ETo (TCA), em função de dias após a poda (Dap) na videira cv. Itália, em Petrolina, PE.

| Dap | ETc | Eto (PM) | ETo (TCA) | kc (PM) | kc (TCA) |
|-----|------|----------|-----------|---------|----------|
| 18 | 2,80 | 4,50 | 4,13 | 0,62 | 0,68 |
| 20 | 4,40 | 5,62 | 6,16 | 0,78 | 0,71 |
| 22 | 3,60 | 4,76 | 4,41 | 0,76 | 0,82 |
| 24 | 3,40 | 5,52 | 4,13 | 0,62 | 0,82 |
| 30 | 3,60 | 5,15 | 4,50 | 0,70 | 0,80 |
| 44 | 3,90 | 5,49 | 5,46 | 0,71 | 0,71 |
| 45 | 2,80 | 3,25 | 3,00 | 0,86 | 0,93 |
| 54 | 3,10 | 5,57 | 5,18 | 0,56 | 0,60 |
| 58 | 4,10 | 5,31 | 4,90 | 0,77 | 0,84 |
| 59 | 5,40 | 5,32 | 4,55 | 1,02 | 1,19 |
| 65 | 4,50 | 5,10 | 4,34 | 0,88 | 1,04 |
| 66 | 4,10 | 5,61 | 5,25 | 0,73 | 0,78 |
| 87 | 6,50 | 5,72 | 5,25 | 1,14 | 1,24 |
| 94 | 7,00 | 6,10 | 6,58 | 1,15 | 1,06 |
| 96 | 4,50 | 4,78 | 5,04 | 0,94 | 0,89 |
| 97 | 4,60 | 4,99 | 5,11 | 0,92 | 0,90 |
| 105 | 5,50 | 6,55 | 6,72 | 0,84 | 0,82 |
| 116 | 4,30 | 7,19 | 7,42 | 0,60 | 0,58 |
| 117 | 4,40 | 6,80 | 8,54 | 0,65 | 0,52 |

Fonte: Teixeira et al. (1999).

A Tabela 5 fornece valores médios de diversos coeficientes de cultura para uva de mesa.

Tabela 5. Valores de kc para a videira, em função do estágio fenológico.

| Estádio fenológico | kc* |
|----------------------------------|--------------------|
| Repouso | 0,15 a 0,25 |
| Pré-poda | 0,7 a 0,9 (0,7) |
| Brotação e crescimento dos ramos | 0,40 a 0,50 (0,45) |
| Crescimento vegetativo | 0,60 |
| Floração à fase de chumbinho | 0,50 a 0,60 (0,55) |
| Crescimento da baga (1ª fase) | 0,80 a 0,90 (0,80) |
| Fase intermediária | 0,50 a 0,60 (0,55) |
| Crescimento da baga (2ª fase) | 0,80 a 0,90 (0,80) |
| Maturação a colheita | 0,40 a 0,60 (0,40) |

*Os valores entre parênteses são os recomendados para as variedades apirênicas (sem semente).

Fonte: Soares e Costa (2000).

O consumo de água para a cv. Festival, aos 3 anos após o plantio no espaçamento 4 m x 2 m e irrigada por microaspersão, foi estimado em 497 mm e 473 mm em dois ciclos consecutivos da cultura, julho a outubro de 2001 e novembro de 2001 a março de 2002, respectivamente (SOARES, 2003). Os valores de coeficiente de cultura para esta variedade são apresentados na Tabela 6.

Tabela 6. Valores de kc para a videira Festival irrigada por microaspersão, em função do estágio fenológico em dois ciclos de cultivo, em Petrolina, PE.

| Estádio fenológico | Ciclo: Julho a Outubro | Ciclo: Novembro a Março |
|---|------------------------|-------------------------|
| Brotação | 0,79 | 0,59 |
| Desenvolvimento vegetativo | 0,87 | 0,60 |
| Pré-florescimento e florescimento pleno | 0,73 | 0,70 |
| Primeira fase de crescimento da baga | 0,93 | 1,11 |
| Fase intermediária de crescimento da baga | 0,84 | 0,88 |
| Segunda fase de crescimento da baga | 0,95 | 1,11 |
| Maturação do fruto | 0,83 | 1,00 |
| Repouso fenológico | 0,89 | 0,74 |

Fonte: Soares (2003).

Em um sistema de produção orgânica, a videira cv. Festival sobre o porta enxerto IAC-572, aos 2 anos após o plantio no espaçamento 3,5 m x 4 m e irrigada por microaspersão apresentou valores de kc que variaram entre 0,55 a 1,00, com média de 0,86 (Figura 2).

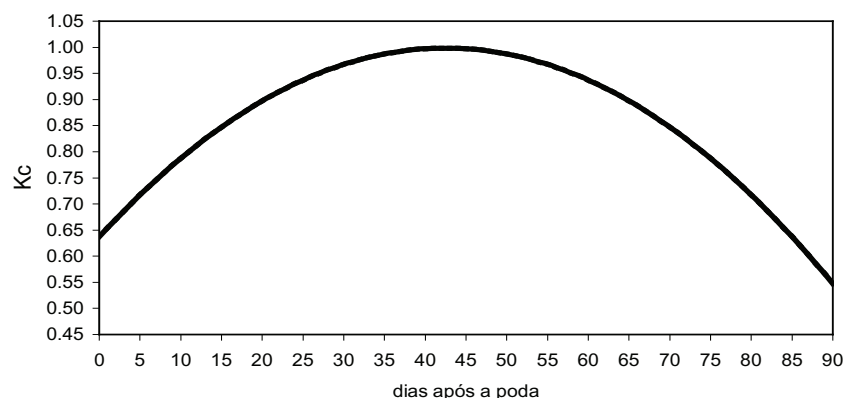


Figura 2. Coeficientes de cultura (kc) da videira cv. Festival em sistema de produção orgânica, em função dos dias após a poda.

Fonte: Teixeira et al. (2003).

Os valores mínimos e máximos de kc ocorrem nas fases de colheita e de crescimento dos frutos, respectivamente. A evapotranspiração acumulada da videira entre a poda (julho de 2002) e a colheita (outubro de 2002) foi da ordem de 370 mm, tendo um valor médio de 4,1 mm.dia⁻¹. O valor mínimo de ETC foi de 1,9 mm.dia⁻¹ ocorreu no período inicial (julho de 2002), enquanto o valor máximo, 5,8 mm.dia⁻¹, ocorreu no 51º dia após a poda (agosto de 2002) (TEIXEIRA et al., 2003).

– Utilizar técnica de irrigação localizada e fertirrigação, conforme requisitos da cultura da videira

Essa recomendação está correlacionada ao uso econômico e eficaz dos recursos naturais (água e adubo). A irrigação localizada caracteriza-se por aplicar água de maneira pontual ou em faixas molhadas diretamente nas raízes da cultura. Nesses sistemas de irrigação, a eficiência de aplicação de água, normalmente, é maior que em outros sistemas, bem como a aplicação de fertilizantes via água.

Dentre as técnicas da irrigação localizada, destacam-se os sistemas por gotejamento e microaspersão. Basicamente, os dois sistemas diferem-se pela vazão média aplicada e área molhada do solo. Normalmente, usa-se na cultura da videira de mesa, a depender da vazão, de quatro a oito gotejadores por planta. Para o sistema de microaspersão, dependendo do espaçamento entre plantas, vazão do emissor e raio de alcance, cada emissor pode ser utilizado para irrigar uma ou duas plantas, em geral.

Muitas vezes, os sistemas por gotejamento e microaspersão não molham toda a superfície do solo. Portanto, nesses sistemas deve-se incluir um redutor aplicado à demanda evaporativa. Assim, a quantidade de água necessária para irrigação localizada (evapotranspiração) pode ser estimada como:

$$ET_g = ET_c \times \frac{P}{100} \quad (4)$$

Em que ET_g é a evapotranspiração na área irrigada por gotejamento ou microaspersão ($\text{mm}\cdot\text{dia}^{-1}$); e P é a porcentagem de área molhada em relação à área ocupada pela planta, ou a porcentagem de área coberta ou sombreada pela cultura, quando essa é maior que a porcentagem de área molhada.

Segundo algumas informações encontradas na literatura, deve-se adotar porcentagem mínima (P_{min}) molhada de 20%, para regiões úmidas; e de 33%, para regiões áridas (KELLER; BLIESNER, 2000). Em observações efetuadas na região do Submédio do Rio São Francisco - Semiárido brasileiro -, consultores e projetistas recomendam uma porcentagem mínima de molhamento de cerca de 50%. Como mencionado anteriormente, quando a porcentagem de área molhada for maior que a porcentagem de área coberta - sombreada - pelas plantas, recomenda-se usar no cálculo da lâmina de irrigação a porcentagem de área molhada. Caso contrário, usa-se a porcentagem de área coberta ou sombreada. Em outras palavras, uma vez que a área sombreada fique maior que a molhada, deve-se passar a adotar a porcentagem de área sombreada. Para videira, quando a porcentagem de área coberta for

maior que 75% deve-se usar P igual a 100. A Figura 3 mostra desenho esquemático das áreas de ocupação (A_c) e molhada por planta (A_m), para as diversas distribuições da irrigação localizada - gotejamento e microaspersão - no campo.

A frequência de irrigação varia de acordo as condições edafoclimáticas da região, disponibilidade de água e tipo de cultivar (KLAR, 1991). Normalmente, na região do Semiárido brasileiro essa variação vai de 1 a 4 dias. Braga et al. (2009) trabalhando com uva cv. Festival (Sugarone) em intervalo de irrigação de 2 dias e com intermitência de irrigação encontraram diferenças significativas na produtividade da videira quando se aplicou a quantidade de água dividida em quatro aplicações, ou seja, com intermitência do tempo de irrigação de quatro vezes.

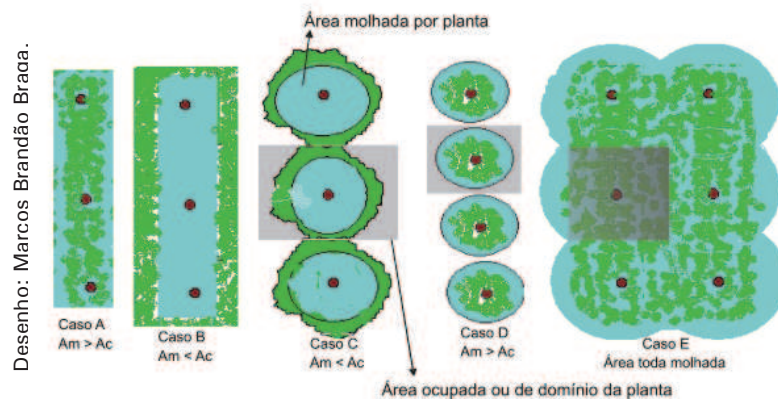


Figura 3. Desenho esquemático demonstrando a distribuição da área molhada (azul claro) e a cobertura com planta (verde claro).

A lâmina bruta (L_b) ou irrigação total necessária, para irrigação localizada, é dada por:

$$L_b = \frac{\sum_1^n ET_g}{E} \quad (5)$$

Em que E_i é a eficiência de irrigação, que para um sistema de irrigação localizado e bem dimensionado pode ser substituída pela eficiência de aplicação (E_a), que deve ser maior ou igual a 0,90 (90%). A E_i para irrigação localizada pode ser estimada relacionando-se a quantidade de água aplicada com as perdas - por evaporação e percolação profunda. Entretanto, como essas perdas no sistema de irrigação localizada são reduzidas, muitos autores consideram que o coeficiente de uniformidade de distribuição (CUD) fornece uma boa estimativa de E_i para irrigação localizada. Portanto, recomenda-se que anualmente se efetue teste de uniformidade de distribuição de água, a campo, no sistema de irrigação usado.

É comum expressar a uniformidade de distribuição de água em uma área por um coeficiente de uniformidade. Quando este coeficiente é maior ou igual a 90%, a uniformidade de distribuição é considerada aceitável. As medidas de uniformidade expressam a variabilidade da lâmina de irrigação aplicada.

Na literatura existem diversas fórmulas para se calcular a uniformidade de distribuição como: CUD e Coeficiente de uniformidade estatística (CUE) e Coeficiente de uniformidade de Christiansen (CUC) (CHRISTIANSEN, 1942; BRALTS e KESNER, 1983; BERNARDO et al., 2006), dentre outros.

A forma mais comum de obtenção da uniformidade de distribuição de um sistema de irrigação localizada é a utilização do CUD, que é dado pela equação:

$$CUD = \frac{\bar{X}_{25}}{\bar{X}} \times 100 \quad (6)$$

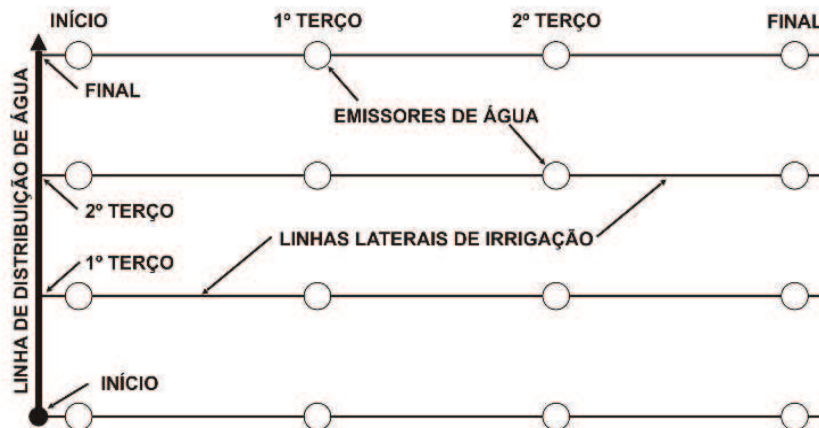
em que \bar{X} = volume médio de água coletado; \bar{X}_{25} = média dos 25% menores volumes de água coletados.

O valor mínimo de CUD recomendado para irrigação localizada é de 0,85 (BERNARDO et al., 2006).

Para a determinação da uniformidade de distribuição diversos autores recomendam adotar a seguinte metodologia:

Com uso de copos coletores - copos plásticos -, deve-se coletar o volume de água dos emissores que fornecem água à planta em um determinado tempo - usar um cronômetro -. O tempo de coleta deve ser suficiente para que o volume mínimo coletado em cada emissor seja de 200 mL - segundo recomendação da Associação Brasileira de Normas Técnicas.

Na coleta, deve-se anotar, também, a pressão de serviço dos emissores com uso de manômetro, procedendo-se da seguinte forma: na primeira linha lateral, na linha lateral que está localizada no primeiro terço, na linha lateral que está localizada no segundo terço e a última linha lateral. Nas linhas laterais escolhidas coletar a vazão e medir a pressão dos emissores que estão localizados no início, no primeiro terço, no segundo terço e no final das linhas laterais conforme mostra a Figura 4.



Desenho: Marcelo Calgaro.

Figura 4. Esquema demonstrativo de coleta da água de irrigação para determinação da uniformidade de distribuição, com os pontos de coleta dentro da área, totalizando 16 pontos de coleta.

Para coleta de dados pode-se preparar uma tabela de campo como a que é apresentada a seguir:

Tabela 7. Coleta de dados para determinação da uniformidade de distribuição de água, em sistema de irrigação localizada.

| Unidade: _____ Linha de distribuição | Linha lateral de irrigação (emissor) | | | | | | | |
|---|--------------------------------------|----|----------|----|----------|----|-------|----|
| | Início | | 1º terço | | 2º terço | | Final | |
| | Vol. | Ps | Vol. | Ps | Vol. | os | Vol. | Ps |
| Início | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 1º terço | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 2º terço | — | — | — | — | — | — | — | — |
| Final | — | — | — | — | — | — | — | — |

Vol = volume coletado em cada emissor ou nos emissores selecionados em mililitros.

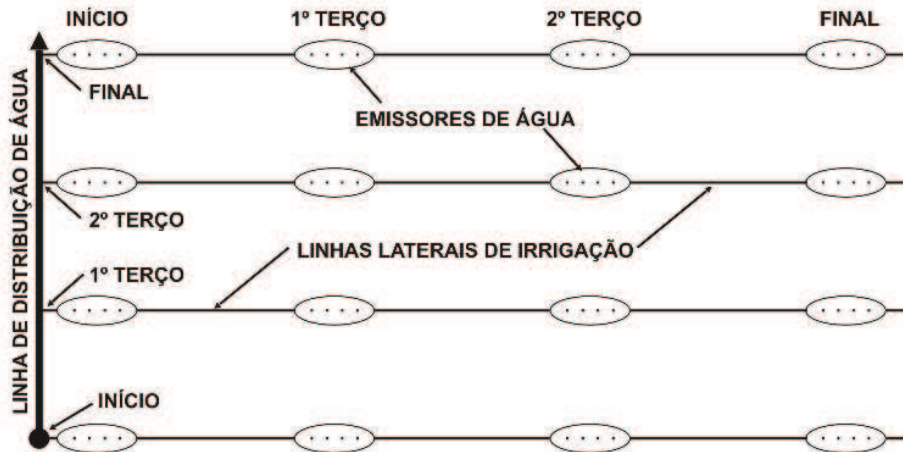
T = tempo de duração da coleta em cada ponto em segundos.

Ps = pressão de serviço no final da linha lateral.

Como forma de entendimento do exposto anteriormente, será apresentado um exemplo de cálculo da uniformidade de distribuição de água para a cultura da videira com as seguintes características:

- Cultivo de videira da variedade: Festival (Sugraone).
- Espaçamento: 3,0 m x 1,0 m.
- Idade: 5 anos.
- Frequência da irrigação ou turno de rega: 1 dia.
- Número de gotejadores por planta: 4.
- Tempo de irrigação por dia: 8 horas.
- Vazão do emissor (projeto): 2,0 L.h⁻¹.
- Vazão dos emissores que irrigam uma planta (projeto): 8,0 L.h⁻¹ (4 x 2 = 8 L.h⁻¹).
- Pressão de operação (pressão serviço) de projeto: 1,50 Kgf/cm².

Tendo como orientação essas informações, deve-se avaliar a uniformidade de distribuição de água do sistema de irrigação, de acordo com a Figura 5.



Desenho: Marcelo Calgaro.

Figura 5. Esquema de coleta de água para a determinação da uniformidade de distribuição na cultura da videira com 4 gotejadores por planta, mostrando a subunidade de irrigação com linhas laterais e pontos de coleta de vazão dos emissores selecionados.

Os dados coletados em campo, de acordo com o exemplo anterior são apresentados na Tabela 8. Posteriormente, esses dados devem ser convertidos em $L \cdot h^{-1}$ (Tabela 9).

Tabela 8. Tabela de campo preenchida com os dados coletados.

| Unidade: Linha de distribuição | Linha lateral de irrigação (emissor) | | | | | | | |
|-----------------------------------|--------------------------------------|------|-----------|--|-----------|------|-----------|------|
| | Início | | 1º terço | | 2º terço | | Final | |
| | Vol. (mL) | Ps | Vol. (mL) | Ps | Vol. (mL) | Ps | Vol. (mL) | Ps |
| Início | 832 | 1,58 | 824 | 1,51 | 812 | 1,5 | 820 | 1,5 |
| 1º terço | 816 | 1,57 | 816 | 1,5 | 808 | 1,49 | 808 | 1,48 |
| 2º terço | 792 | 1,56 | 780 | 1,48 | 776 | 1,46 | 772 | 1,45 |
| Final | 764 | 1,54 | 764 | 1,46 | 756 | 1,44 | 732 | 1,44 |
| Volume médio coletado = 792 mL | | | | Pressão média aferida = 1,50 Kgf/cm ² | | | | |

Tempo de coleta: 360 segundos.

Número de emissores coletados: 4 emissores por planta x 16 plantas.

Tabela 9. Tabela com os volumes coletados em campo transformados para litros por hora (L.h⁻¹).

| Unidade: Linha de distribuição | Linha lateral de irrigação (emissor) | | | | | | | |
|---|--------------------------------------|------|-------------|--|-------------|------|-------------|------|
| | Início | | 1º terço | | 2º terço | | Final | |
| | Vazão (L/h) | Ps | Vazão (L/h) | Ps | Vazão (L/h) | Ps | Vazão (L/h) | Ps |
| Início | 8,32 | 1,58 | 8,24 | 1,51 | 8,12 | 1,50 | 8,20 | 1,50 |
| 1º terço | 8,16 | 1,57 | 8,16 | 1,5 | 8,08 | 1,49 | 8,08 | 1,48 |
| 2º terço | 7,92 | 1,56 | 7,80 | 1,48 | 7,76 | 1,46 | 7,72 | 1,45 |
| Final | 7,64 | 1,54 | 7,64 | 1,46 | 7,56 | 1,44 | 7,32 | 1,44 |
| Vazão média coletada = 7,92 L.h ⁻¹ | | | | Pressão media aferida = 1,50 Kgf/cm ² | | | | |

Com isso, procede-se ao cálculo do CUD:

$$\bar{X}_{25} = \frac{7,64 + 7,64 + 7,56 + 7,32}{4} = 7,92 \text{ L.h}^{-1} \quad \text{CUD} = \frac{7,54}{7,92} = 0,95 \times 100 = 95\%$$

A partir dos resultados obtidos podem ser feitas as seguintes considerações:

- O valor do CUD está adequado e dentro das normas estabelecidas para o sistema avaliado.
- As diferenças de pressão nas laterais são pequenas, evidenciando um adequado dimensionamento dos tubos, embora se possa encontrar níveis de vazão inferiores ao de projeto.
- Os emissores estão trabalhando com pressão próxima de 1,50 kgf/cm², proporcionando uma vazão média de 7,92 L.h⁻¹. Porém, segundo o projeto, a vazão dos mesmos deveria ser 8,0 L.h⁻¹ para um nível de pressão de 1,50 kgf/cm².
- Portanto, embora estejam trabalhando muito próximo ao que foi determinado em projeto, deve-se verificar se eles apresentam algum tipo de obstrução ou acúmulo de sujeira.

As irrigações nos sistema localizado são mais frequentes. Em geral, são feitas em intervalo menor ou igual a 3 dias, pois os emissores (gotejadores) possuem baixas vazões, umedecem um menor volume de solo, e por isso necessitam de um tempo maior para a aplicação de um determinado volume de água, em comparação com outros sistemas de irrigação.

A determinação do tempo de funcionamento varia de acordo com a lâmina de água a ser aplicada e a vazão dos emissores. Para se efetuar os cálculos deve-se considerar a disposição da área de molhamento da superfície do solo, ou seja, se forma em faixa contínua (Figura 6) ou por planta (Figura 7). Podendo ser calculada da seguinte fórmula:

a) Tempo de funcionamento por posição para irrigação em faixa

$$T_i = \frac{L_b \times E_g \times E_L}{q} \quad (7)$$

Em que T_i é o tempo de irrigação (h); E_g é o espaçamento entre gotejadores ao longo da linha lateral (m); E_L é o espaçamento entre linhas de gotejadores ou linhas laterais (m) e q é a vazão do gotejador ($L \cdot h^{-1}$).

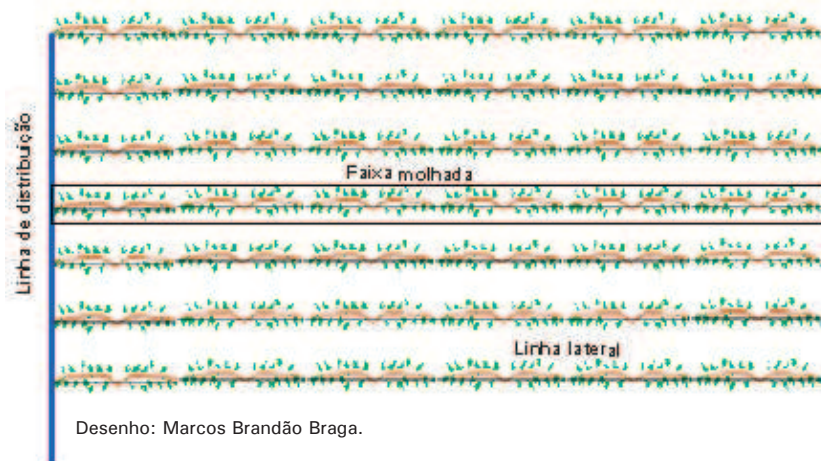


Figura 6. Área da faixa molhada e ocupada pelo gotejador (vista superior).

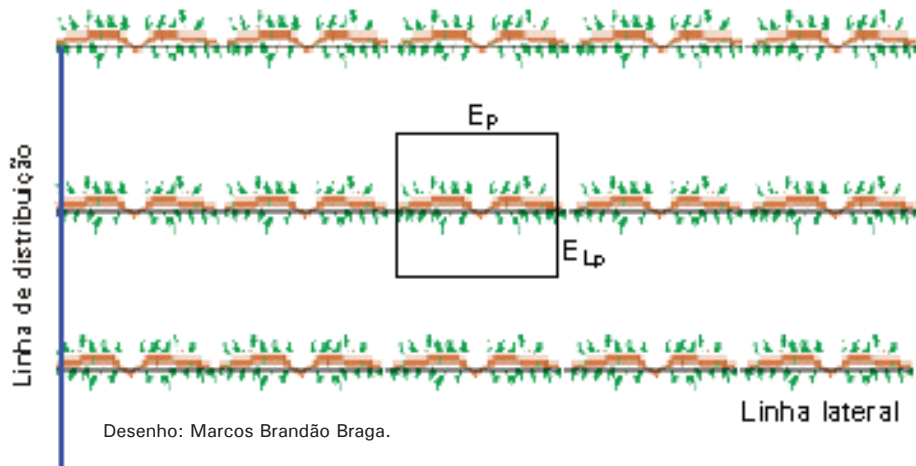


Figura 7. Área representada por cada planta.

b) Tempo de funcionamento por posição para irrigação por planta (cova):

$$T_i = \frac{L_b \times A_p}{n \times q} \quad (8)$$

Em que: A_p é a área representada por cada planta ou cova ($A_p = E_p \times E_{Lp}$) em m^2 , ou seja, E_p é o espaçamento entre plantas e E_{Lp} é o espaçamento entrelinha de plantas (m); e n é o número de gotejadores por planta.

A fertirrigação é definida como o método de aplicação dos fertilizantes requeridos pela cultura via água de irrigação. Nesse sentido, o produtor deve coletar amostras de solos e folhas da videira e enviá-las para análises em laboratórios credenciados. De posse dos resultados das análises, técnicos devem realizar a recomendação de adubação de maneira correlacionada com o que é requerido pela cultura e o nível de produção desejada.

Na fertirrigação, a aplicação de fertilizantes ocorre em menor quantidade por vez, mas com maior frequência, possibilitando a estabilidade de um nível uniforme de nutrientes no solo, atendendo às necessidades da cultura e, conseqüentemente, aumentando a sua produtividade. Entretanto, se esse sistema for mal manejado pode contribuir, tanto para aumentar a salinidade, como afetar o equilíbrio dos nutrientes no solo, o que acarreta problemas de ordem nutricional para as culturas.

A manutenção adequada do sistema de irrigação e seu manejo correto, em geral, tendem a prevenir e limpar as impurezas presentes na água de fertirrigação, para que essas possam ser adicionadas ao solo sem risco de entupimento ou qualquer outro dano. De acordo com o tipo de obstrução, sua prevenção ou correção pode ser relativamente fácil e de custo reduzido, mas, também, pode ser cara e perigosa para o usuário. Esse é o caso de obstruções do tipo biológicas e químicas, pelo fato de serem resolvidas com tratamento químico.

A qualidade da água para irrigação está relacionada com as características do solo, tolerância das culturas à salinidade, condições climáticas locais e manejo de irrigação e drenagem. Na maioria das vezes, a água de fertirrigação tem, na sua composição, os íons de sódio, cálcio, magnésio, cloreto, sulfato e bicarbonato, além de potássio e carbonato (MEDEIROS; GHEYI, 1994).

No sistema de irrigação por gotejamento, o risco de entupimento de gotejadores é alto. Após avaliar a qualidade da água (Tabela 10), o técnico saberá quais os nutrientes que estão presentes e sua concentração, podendo subtrair da quantidade que ele teria que aplicar na fertirrigação e fazer a melhor escolha da fonte dos produtos a serem utilizados.

Observa-se na Tabela 11, uma lista dos principais fertilizantes utilizados em fertirrigação, especificando-se sua formulação, teor do elemento e sua solubilidade.

Tabela 10. Características químicas e físico-químicas que devem ser consideradas na água utilizada em fertirrigação.

| Análises | Níveis de Dano | | |
|---|----------------|------------------------|--------------------|
| | Nenhum | Alto | Severo |
| pH | 5,5 – 7,0 | < 5,5 ou > 7,0 | < 4,5 ou > 8,0 |
| C.E. (dS m ⁻¹) ^a | 0,5 – 0,75 | 0,75 – 3,0 | > 3,0 |
| Total de sólidos solúveis (mg L ⁻¹) | 325 – 480 | 480 – 1.929 | > 1.920 |
| Bicarbonatos (mg L ⁻¹) | < 40 | 40 - 180 | > 180 ^b |
| Sódio (mg L ⁻¹) | < 70 | 70 – 180 ^b | > 180 ^c |
| Cálcio (mg L ⁻¹) | 20 – 100 | 100 – 200 ^c | > 200 |
| Magnésio (mg L ⁻¹) | < 63 | > 63 ^c | |
| RAS ^d | < 3 | 3 – 6 | > 6 |
| Boro (mg L ⁻¹) | < 0,5 | 0,5 – 2,0 | > 2 |
| Cloro (mg L ⁻¹) | < 70 | 70 – 300 | > 300 |
| Flúor (mg L ⁻¹) ^e | < 0,25 | 0,25 – 1,0 | > 1 |
| Ferro (mg L ⁻¹) ^f | < 0,2 | 0,2 – 0,4 | > 0,4 |
| Nitrogênio (mg L ⁻¹) ^g | < 5 | 5 – 30 | > 30 |

a = C.E. Condutividade Elétrica. Valores abaixo de 0,5 são satisfatórios se a água contiver cálcio suficiente. Água com baixos teores de cálcio pode aumentar os problemas de permeabilidade e, certos solos.

b = Menos severa se o potássio está presente em igual quantidade ou em plantas tolerantes a sódio.

c = Grande quantidade de cálcio ou magnésio aumenta a precipitação de fósforo. Não usar fósforo na irrigação se a água contiver mais que 120 mg dm⁻³ de cálcio e pH em água < 4,0.

d = Relação de Adsorção de Sódio, calculada através da seguinte fórmula:

$$RAS = \frac{Na}{Ca + Mg}$$
, onde, Na, Ca e Mg são dados em equivalente m.L⁻¹.

e = Valores significativos para plantas sensíveis ao flúor.

f = Concentração maior que 0,4 mg dm⁻³ pode formar resíduo com o Cl.

g = Soma de nitrato e amônio. Valores maiores que 5 mg.L⁻¹ estimulam o surgimento de algas. Valores acima de 30 mg.L⁻¹, podem retardar a maturação e diminuir o conteúdo de açúcar em plantas sensíveis.

Fonte: CFSEMG (1999).

Tabela 11. Composição e solubilidade dos principais adubos comercializados no Brasil.

| Produto | Fórmula | Teor do Elemento (%) | Solubilidade (g.L ⁻¹) |
|--------------------------------------|---|---|-----------------------------------|
| Nitrogenados | | | |
| Cloreto de Amônio | NH ₄ Cl | 25 | 297 (0) |
| Nitrato de Amônio | NH ₄ NO ₃ | 33,5 | 1.950 (20) |
| Sulfato de Amônio | (NH ₄) ₂ SO ₄ | 21(N) 24(S) | 760 (20) |
| Nitrato de Cálcio | Ca(NO ₃) ₂ | 15(N) 20(Ca) | 3.410 (25) |
| Ureia | CO(NH ₂) ₂ | 42(N) | 920 (25) |
| Salitre do Chile | NaNO ₃ | 16(N) | 1.193 (25) |
| URAN | NH ₄ NO ₃ + CO(NH ₂) ₂ | 32 | Líquido |
| Fosfatados | | | |
| Superfosfato Triplo | Ca(H ₂ PO ₄) ₂ | 43(P ₂ O ₅) 12(ca) | 18 (30) |
| Ácido Fosfórico | H ₃ PO ₄ | 53 | 5.480 (25) |
| Superfosfato Simples | Ca(H ₂ PO ₄) ₂ CaSO ₄ | 19(P ₂ O ₅) 20(ca) 12(S) | 3 (20) |
| Potássicos | | | |
| Cloreto de Potássio | KCl | 60 | 347 (20) |
| Sulfato de Potássio | K ₂ SO ₄ | 50(K ₂ O) 18 (S) | 110 (20) |
| Nitrogenados Fosfatados | | | |
| MAP | NH ₄ H ₂ PO ₄ | 10(N) 50(P ₂ O ₅) | 282 (20) |
| DAP | (NH ₄) ₂ H ₂ PO ₄ | 18 (N) 45(P ₂ O ₅) | 575 (10) |
| Nitrato de Potássio | KNO ₃ | 13(N) 44(K ₂ O) | 316 (20) |
| Salitre Potássico (2) | NaNO ₃ KNO ₃ | 15 (N) 14 (K ₂ O) | 623 (20) |
| Fosfopotássicos | | | |
| Fosfato Monopotássico | KH ₂ PO ₄ | 48(P ₂ O ₅) 36(K ₂ O) | 330 (25) |
| Fosfato Bipotássico | K ₂ HPO ₄ | 40(P ₂ O ₅) 53(K ₂ O) | 1.670 (20) |
| Potássico Magnésiano | | | |
| Sulfato Duplo de Potássio e Magnésio | K ₂ SO ₄ 2MgSO ₄ | 26(K ₂ O) 10(Mg) 15(S) | 250 (20) |
| Cálcicos | | | |
| Cloreto de Cálcio | CaCl ₂ 2H ₂ O | 27(Ca) | 980 (0) |
| Sulfato de Cálcio (gesso) | CaSO ₄ 2H ₂ O | 18 (Ca) 16(S) | 2,41 (20) |
| Magnesianos | | | |
| Nitrato de Magnésio | Mg(NO ₃) ₂ 6H ₂ O | 9(Mg) | 1.250(20) |
| Sulfato de Magnésio | MgSO ₄ 7H ₂ O | 10(Mg) 13(S) | 710 (20) |
| Micronutrientes | | | |
| Ácido Bórico | H ₃ BO ₃ | 17 | 63(30) |
| Borax | Na ₂ B ₄ O ₇ 10H ₂ O | 11 | 20(0) |
| Sulfato de Cobre | CuSO ₄ 5H ₂ O | 25 | 310(0) |
| Oxicloreto de Cobre | Cu ₂ (OH) ₃ Cl | 26 | ? |
| Sulfato Ferroso | FeSO ₄ 3H ₂ O | 27 | 740(5) |
| Sulfato Manganoso | Mn ₂ MoO ₄ 2H ₂ O | 39 | 560(0) |
| Sulfato de Zinco | ZnSO ₄ 7H ₂ O | 23 | 960(20) |

Número entre parênteses: temperatura em graus centígrados; (2) Solubilidade estimada.

Fonte: Malavolta (2000).

Os problemas de corrosão, tanto do injetor quanto do sistema de irrigação, constituem aspectos que merecem ser avaliados na fertirrigação, pois o custo dos instrumentos é relativamente alto e o uso de determinado produto pode reduzir a vida útil destes instrumentos e inviabilizar sua utilização. Cada tipo de material utilizado para confecção do equipamento apresenta maior ou menor capacidade de sofrer corrosão, variando de acordo com o produto utilizado na fertirrigação.

Para evitar a corrosão dos equipamentos de fertirrigação ou de pulverizadores de fertilizantes líquidos (injetores), deve-se aplicar soluções de fertilizantes com um pH acima de 6,0.

Deve-se atentar que soluções de fertilizantes contendo micronutrientes necessitam ser mantidas a um pH acima de 3,5, uma vez que os quelatos podem se decompor em solução ácida com baixos níveis de pH. Mesmo que a água de irrigação seja mantida na faixa de pH 5,5-6,5, o pH da solução de fertilizantes não tem um efeito a longo prazo sobre o pH do solo por causa da sua capacidade de tamponamento.

Burt et al. (1995) relatam que a corrosividade é uma característica que expressa o grau em que a solução de fertilizante "ataca" vários metais.

Pode ser dividida como:

- a) Soluções bastante corrosivas - São soluções com pH abaixo de 3,5 e corroem todos os metais, incluindo o aço inoxidável.
- b) Soluções fracamente corrosivas - São aquelas com pH na faixa de 3,5-6,0 e corroem ferro e aço, mas não atacam o aço inoxidável.
- c) Soluções não corrosivas - São aquelas com pH acima de 6,0 e não corroem metais, tais como: ferro, aço, aço inoxidável, alumínio, bronze, etc.

A maioria das soluções de fertilizantes contendo fósforo é corrosiva, exceto para aqueles especialmente preparados como não ácidos. Soluções de fertilizantes ácidos contendo cloreto (Cl) são consideradas muito corrosivas. Essas soluções, normalmente, são preparadas com cloreto de potássio (KCl).

A legislação atual sobre fertilizantes não contempla aspectos de solubilidade e pureza, essenciais para uso em fertirrigação. Em linhas gerais, para adubos simples tem-se confirmado o uso de ureia e nitrato de amônio como fontes nitrogenadas; cloreto de potássio branco e sulfato de potássio como fonte de K e S; e MAP purificado ou ácido fosfórico como fonte de P. A escolha da fonte de fertilizante, além da questão econômica, tem sido feita, também, em função da cultura e das características do solo relacionadas à salinidade e correção de pH na volume área molhada ou no bulbo úmido, no caso de gotejamento.

Para evitar problemas de precipitação e, posteriormente, de entupimento, recomenda-se avaliar a compatibilidade de fertilizantes com a água de irrigação a ser utilizada e com outros produtos a serem aplicados simultaneamente. Um teste simples de compatibilidade pode ser feito misturando um ou mais fertilizantes a serem injetados com a água de irrigação em um recipiente, na mesma taxa de diluição a ser utilizada. Neste caso, deve-se ter o cuidado de usar a própria água de irrigação para solubilizar os fertilizantes; agitar a solução por alguns minutos e observar, por pelo menos 1 hora, a ocorrência de precipitados ou turbidez acentuada na solução. Se a solução permanecer clara e transparente, será, provavelmente, seguro injetar os fertilizantes testados no sistema de irrigação.

Algumas regras básicas de compatibilidade a serem observadas durante a mistura e injeção de fertilizantes segundo Burt et al. (1995), incluem:

- a) Realizar um teste rápido de compatibilidade misturando os fertilizantes a serem injetados com a água de irrigação.
- b) Colocar, inicialmente, no tanque de mistura no máximo 70% da água requerida para a mistura.
- c) Misturar fertilizantes líquidos à água antes de adicionar fertilizantes sólidos solúveis.
- d) Adicionar fertilizantes sólidos lentamente na água, mantendo a solução agitada para evitar formação de aglomerados que dificultem a solubilização.

- e) Adicionar os ácidos lentamente na água e nunca água ao ácido.
- f) Não misturar fertilizantes que contenham o radical sulfato com fertilizantes ou águas contendo concentrações de cálcio acima de 400 mg.L^{-1} ou de magnésio acima de 240 mg.L^{-1} . O resultado será a formação de gesso insolúvel que poderá entupir filtros e gotejadores.
- g) Não injetar fertilizantes fosfatados em água com concentração de cálcio acima de 60 mg.L^{-1} , sob o risco de formar precipitados de fosfato de cálcio.
- h) Não misturar fertilizantes fosfatados com produtos contendo magnésio e ferro sob o risco de se formar fosfato de magnésio ou de ferro, que são insolúveis e podem entupir filtros e gotejadores.
- i) Usar somente ácido fosfórico com alto grau de pureza para minimizar risco de obstrução de gotejadores.
- j) Ácidos e fertilizantes acidificados são compatíveis com micronutrientes na forma de sulfatos até 1,5% (em peso), mas são incompatíveis com quelatos.
- l) Não injetar fertilizantes contendo cálcio em água com mais de 305 mg.L^{-1} de carbonato ácido (HCO_3) e pH acima de 7,5, sob o risco de precipitar sais de cálcio.
- m) Evitar a injeção de fertilizantes contendo cálcio, magnésio e enxofre, pois podem formar compostos insolúveis.
- n) Não injetar fertilizantes nitrogenados na forma nítrica em águas contendo cálcio e magnésio, pois a elevação do pH da água poderá precipitar esses elementos.

A Tabela 12 apresenta uma orientação geral da compatibilidade da mistura de alguns fertilizantes e micronutrientes.

A aplicação de fertilizantes via água de irrigação envolve três fases. Na primeira e terceira deve-se somente irrigar e na segunda, fertirrigar. A primeira permite equilibrar a pressão do sistema de irrigação, para garantir maior uniformidade de distribuição dos fertilizantes. Durante a segunda fase, o fertilizante é efetivamente aplicado, não devendo ser inferior a 10 minutos. A terceira fase

deve ser suficiente para lavar completamente o sistema de irrigação, para minimizar problemas de corrosão, entupimento de gotejadores e desenvolvimento de microorganismos no sistema e melhor incorporação do fertilizante na zona radicular. A primeira e a terceira fases devem durar cerca de um quarto do tempo de irrigação, enquanto o tempo de fertirrigação deve ser igual à metade do tempo de irrigação. Esta recomendação, no entanto, deve ser tomada apenas como guia e não como regra, devendo ser ajustada para cada caso específico.

Tabela 12. Compatibilidade entre fertilizantes solúveis na água de irrigação.

| Fertilizantes solúveis | Uréia | NA | SA | NC | MAP | MKP | NP | NP + Mg | NP + P | M + Mg | SP |
|------------------------|-------|----|----|----|-----|-----|----|---------|--------|--------|----|
| Uréia | C | C | C | C | C | C | C | C | C | C | C |
| Nitrato de amônia | C | - | C | C | C | C | C | C | C | C | C |
| Sulfato de amônia | C | C | - | L | C | C | L | L | C | C | C |
| Nitrato de cálcio | C | C | L | - | X | X | C | X | X | C | L |
| Fosfato monoamônico | C | C | C | X | - | C | C | L | C | X | C |
| Fosfato monopotássio | C | C | C | X | C | - | C | L | C | X | C |
| Multi-K (NP) | C | C | L | C | C | C | - | C | C | C | C |
| Multi-K + Mg | C | C | L | X | L | L | C | - | X | C | C |
| Multi-NP + K | C | C | C | X | C | C | C | X | - | X | C |
| Magnisal (N + Mg) | C | C | C | C | X | X | C | C | X | - | C |
| Sulfato de Potássio | C | C | C | L | C | C | C | C | C | C | - |

C - Compatíveis; L - Compatibilidade limitada; X - Incompatíveis.

Fonte: Burt et. al. (1995).

– Realizar a irrigação de acordo com o tipo de solo e sistema de irrigação.

As características físico-químicas do solo como relevo, textura, estrutura, velocidade de infiltração de água, condutividade hidráulica, profundidade do perfil e impedimento físico-químico são parâmetros que devem ser levados em consideração, tanto durante a escolha do sistema de irrigação quanto durante o manejo da água e dos fertilizantes. Normalmente, se procura usar sistemas de irrigação localizada em áreas com relevos mais acidentados, solos de média a alta velocidade de infiltração básica (Vib), textura arenosa, de média a alta condutividade hidráulica e com boa profundidade (> 1,0 m). Outro

parâmetro levado em consideração é a eficiência de aplicação de água do sistema de irrigação (Ea). Uma vez que a água é um bem cada vez mais raro e caro, a tendência é de se empregar sistemas que utilizem maior relação área cultivada por quantidade de água aplicada.

– Instalar instrumentos para medição da precipitação pluviométrica e um termômetro de máxima e mínima, no mínimo, a cada 50 ha.

Devem ser instalados pluviômetros, em cada propriedade, com intuito de medir as chuvas ocorrida no local de produção. O número de pluviômetros pode variar de acordo com o tamanho da área cultivada. Entretanto, por causa da grande variabilidade espacial da precipitação, principalmente no Semiárido, recomenda-se que seja instalado, no mínimo, um pluviômetro a cada 50 ha. Contudo, quanto maior o número de pluviômetros instalados na área de cultivo melhor poderá ser ajustado o manejo de irrigação, contribuindo para uma agricultura de maior precisão e sustentabilidade. Recomenda-se que toda área irrigada, mesmo inferior a 50 ha, deve dispor de pelo menos um pluviômetro.

A instalação dos termômetros de máxima e mínima também está recomendada na norma da PI-Uva e deve ser realizada, como os pluviômetros, no mínimo a cada 50 ha. Estes instrumentos são utilizados para monitorar a variação diária da temperatura do ar, fornecendo dados máximos, mínimos e a amplitude térmica, e podem ser utilizados para estimar a evapotranspiração de referência (ET_o) por modelos empíricos como o de Hargreaves (ALLEN et al., 1998). Porém, esses métodos podem subestimar ou superestimar o volume de água a ser aplicado à cultura a depender das condições climatológicas do local (JENSEN et al., 1990; DROOGERS; ALLEN, 2002). Recomenda-se, quando possível, obter o valor da evapotranspiração de referência (ET_o) pelos métodos de Penman-Monteith-FAO ou tanque Classe "A". Entretanto, em função da indisponibilidade de dados, a ET_o pode ser estimada de acordo com a metodologia de Hargreaves. Neste caso, são necessários valores diários de temperatura do ar e de radiação solar extraterrestre (R_a), esta, calculada em função da localização (latitude) e do dia do ano (BERNARDO et al., 2006).

$$ET_o = (T_{med} + 17,8) \times (T_{max} - T_{min})^{0,5} Ra \quad (9)$$

Em que ET_o é a evapotranspiração da cultura de referência (mm.dia^{-1}), calculada de acordo com a metodologia de Hargreaves; T_{med} é a temperatura média diária ($^{\circ}\text{C}$); T_{max} é a temperatura máxima diária ($^{\circ}\text{C}$); T_{min} é a temperatura mínima diária ($^{\circ}\text{C}$); e Ra é a radiação no topo da atmosfera (mm.dia^{-1}).

A radiação global o topo da atmosfera, em função da latitude e do mês do ano, pode ser obtida pela Tabela 13.

Tabela 13. Radiação solar no topo da atmosfera (Ra) no dia 15 de cada mês, expressa em equivalente de evaporação (mm dia^{-1}) para diferentes latitudes Sul (graus).

| Latitude | jan | fev | mar | abr | mai | jun | jul | ago | set | out | nov | dez |
|----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 0 | 15,0 | 15,2 | 15,7 | 15,3 | 14,4 | 13,9 | 14,1 | 14,8 | 15,3 | 15,4 | 15,1 | 14,8 |
| 2° | 15,3 | 15,7 | 15,7 | 15,1 | 14,1 | 13,5 | 13,7 | 14,5 | 15,2 | 15,5 | 15,3 | 15,1 |
| 4° | 15,5 | 15,8 | 15,6 | 14,9 | 13,8 | 13,2 | 13,4 | 14,3 | 15,1 | 15,6 | 15,5 | 15,4 |
| 6° | 15,8 | 16,0 | 15,6 | 14,7 | 13,4 | 12,8 | 13,1 | 14,0 | 15,0 | 15,7 | 15,8 | 15,7 |
| 8° | 16,1 | 16,1 | 15,5 | 14,4 | 13,1 | 12,4 | 12,7 | 13,7 | 14,9 | 15,8 | 16,0 | 16,0 |
| 10° | 16,4 | 16,3 | 15,5 | 14,2 | 12,8 | 12,0 | 12,4 | 13,5 | 14,8 | 15,9 | 16,2 | 16,2 |
| 12° | 16,6 | 16,3 | 15,4 | 14,0 | 12,5 | 11,6 | 12,0 | 13,2 | 14,7 | 15,8 | 16,4 | 16,5 |
| 14° | 16,7 | 16,4 | 15,3 | 13,7 | 12,1 | 11,2 | 11,6 | 12,9 | 14,5 | 15,8 | 16,5 | 16,6 |
| 16° | 16,9 | 16,4 | 15,2 | 13,5 | 11,7 | 10,8 | 11,2 | 12,6 | 14,3 | 15,8 | 16,7 | 16,8 |
| 18° | 17,1 | 16,5 | 15,1 | 13,2 | 11,4 | 10,4 | 10,8 | 12,3 | 14,1 | 15,8 | 16,8 | 17,1 |
| 20° | 17,3 | 16,5 | 15,0 | 13,0 | 11,0 | 10,0 | 10,4 | 12,0 | 13,9 | 15,8 | 17,0 | 17,4 |
| 22° | 17,4 | 16,5 | 14,8 | 12,6 | 10,6 | 9,6 | 10,0 | 11,6 | 13,7 | 15,7 | 17,0 | 17,5 |
| 24° | 17,5 | 16,5 | 14,6 | 12,3 | 10,2 | 9,1 | 9,5 | 11,2 | 13,4 | 15,6 | 17,1 | 17,7 |
| 26° | 17,6 | 16,4 | 14,4 | 12,0 | 9,7 | 8,7 | 9,1 | 10,9 | 13,2 | 15,5 | 17,2 | 17,8 |
| 28° | 17,7 | 16,4 | 14,3 | 11,6 | 9,3 | 8,2 | 8,6 | 10,4 | 13,0 | 15,4 | 17,2 | 17,9 |
| 30° | 17,8 | 16,4 | 14,0 | 11,3 | 8,9 | 7,8 | 8,1 | 10,1 | 12,7 | 15,3 | 17,3 | 18,1 |
| 32° | 17,8 | 16,2 | 13,8 | 10,9 | 8,5 | 7,3 | 7,7 | 9,6 | 12,4 | 15,1 | 17,2 | 18,1 |
| 34° | 17,8 | 16,1 | 13,5 | 10,5 | 8,0 | 6,8 | 7,2 | 9,2 | 12,0 | 14,9 | 17,1 | 18,2 |
| 36° | 17,9 | 16,0 | 13,2 | 10,1 | 7,5 | 6,3 | 6,8 | 8,8 | 11,7 | 14,6 | 17,0 | 18,2 |
| 38° | 17,9 | 15,8 | 12,8 | 9,6 | 7,1 | 5,8 | 6,3 | 8,3 | 11,4 | 14,4 | 17,0 | 18,3 |
| 40° | 17,9 | 15,7 | 12,5 | 9,2 | 6,6 | 5,3 | 5,9 | 7,9 | 11,0 | 14,2 | 16,9 | 18,3 |

Fonte: Doorenbos e Pruitt (1997).

Normas Proibidas

– Utilizar água para irrigação que não atenda aos padrões técnicos da cultura da videira.

Como ainda não se tem um padrão de qualidade de água para irrigação específico para uva, pode-se adotar a Tabela 13 de qualidade da água para irrigação e também a classificação dada pela resolução do CONAMA número 357, de 17 de março de 2005 (DOU 18.03.2005).

Tabela 14. Principais parâmetros para interpretar a qualidade da água para irrigação.

| Problema Potencial | Unidades | Grau de Restrição para uso | | |
|--|-----------------------|----------------------------|--------------------|--------|
| | | Nenhum | Ligeiro a Moderado | Severo |
| Salinidade | | | | |
| CEa | dS.m ⁻¹ | < 0,7 | 0,7 - 3,0 | > 3,0 |
| SDT | mg.L ⁻¹ | < 450 | 450 - 2000 | > 2000 |
| Velocidade de Infiltração | | | | |
| RAS = 0 - 3 e CEa = | | < 0,7 | 0,7 - 0,2 | < 0,2 |
| RAS = 3 - 6 e CEa = | | < 1,2 | 1,2 - 0,3 | < 0,3 |
| RAS = 6 - 12 e CEa = | | < 1,9 | 1,9 - 0,5 | < 0,5 |
| RAS = 12 - 20 e CEa = | | < 2,9 | 2,9 - 1,3 | < 1,3 |
| RAS = 20 - 40 e CEa = | | < 5,0 | 5,0 - 2,9 | < 2,9 |
| Toxicidade de íons específicos | | | | |
| Sódio (Na) | | | | |
| Irrigação por superfície | RAS | < 3 | 3 - 9 | > 9 |
| Irrigação por aspersão | mmolo.L ⁻¹ | < 3 | > 3 | |
| Cloreto (Cl) | | | | |
| Irrigação por superfície | mmolo.L ⁻¹ | < 4 | 4 - 10 | > 10 |
| Irrigação por aspersão | mmolo.L ⁻¹ | < 3 | > 3 | |
| Boro (B) | mmolo.L ⁻¹ | < 0,7 | 0,7 - 3,0 | > 3,0 |
| Outros | | | | |
| Nitrogênio (NO ₃ -N) | mmolo.L ⁻¹ | < 5,0 | 5,0 - 30 | > 30 |
| Bicarbonato (HCO ₃) aspersão | mmolo.L ⁻¹ | < 1,5 | 1,5 - 8,5 | > 8,5 |
| pH | | Faixa normal: 6,5 a 8,4 | | |

Fonte: Ayers; Westcot (1991).

- Proceder a fertirrigação com produtos que ofereçam riscos de contaminação da fonte hídrica.

De maneira geral, os produtos usados na fertirrigação podem vir a contaminar as fontes hídricas, seja com alguma substância tóxica ou mesmo com nutrientes, que podem ocasionar eutrofização dos ambientes aquático. Portanto, é de se esperar que, se não forem manuseados corretamente, pode-se ter o risco da contaminação do homem, de fontes de água, do solo e dos demais componentes ambientais.

A fertirrigação é considerada segura para os operadores. Entretanto, se não for manejada corretamente ou ocorrer uma parada imprevista do sistema de bombeamento, há a possibilidade de retorno da solução que estava na tubulação e, caso não existam válvulas de segurança, essa solução pode alcançar a fonte hídrica. Esses riscos são maiores se o sistema de injeção de fertilizante trabalhar com pressão efetiva negativa, a exemplo do injetor tipo Venturi e da sucção adaptada na tubulação de sucção da motobomba do sistema de irrigação.

Portando, nos cultivos irrigados devem existir equipamentos de proteção como registros e válvulas de retenção para evitar o refluxo de produtos para a fonte supridora de água. Como todo equipamento mecânico pode parar de funcionar a qualquer momento, dispositivos de segurança são imprescindíveis para se evitar riscos e contaminação do ambiente com os produtos utilizados.

Manejo de Irrigação

O manejo da irrigação (Mi) é a fase mais importante dentre todo o processo, desde a escolha do sistema a ser usado, sua implantação e testes. No Mi é que se define a quantidade de água a ser aplicada para a cultura em um dado estágio de desenvolvimento, no caso da uva, desde repouso até a colheita.

Segundo Blanke e Lehye (1988), $1,0 \text{ mm}^2$ de folha de uva possui entre 200 a 300 estômatos e uma folha totalmente expandida chega a transpirar, em 10 horas, uma quantidade de água igual a 3 a 4 vezes o seu peso. Portanto é uma cultura que necessita de bastante água para demonstrar o seu potencial produtivo.

A seguir, são apresentados exemplos de como proceder nos cálculos da quantidade de água a ser aplicada à cultura da videira em duas condições: irrigação por gotejamento e irrigação por microaspersão.

Exemplo 1: Considerando-se um cultivo de videira Itália (fase desenvolvimento vegetativo – $K_c = 0,60$), irrigado por gotejamento, com fileiras simples de emissores.

Dados:

- Vazão do gotejador igual a 3 L.h^{-1} espaçados em 0,5 m.
- Espaçamento da cultura 3,0 m x 3,5 m ($E_1 \times E_2$).
- Largura da faixa molhada = 1 m.
- $ET_o = 7,0 \text{ mm.dia}^{-1}$; $E_a = 90\%$.

$A_m = 1 \times 3 = 3 \text{ m}^2$ (área molhada).

$A_p = E_1 \times E_2$ (área ocupada pela planta).

$A_p = 3 \times 3,5 = 10,5 \text{ m}^2$.

$P = (3/10,5) \times 100 = 29\%$.

$ET_c \text{ localizada} = ET_o \times K_c \times P/100$.

$ET_c = 7,0 \times 0,60 \times 0,29 = 1,2 \text{ mm.dia}^{-1} = \text{Lâmina Líquida (LL)}$.

$L_b = LL/E_a = 1,2/0,90 = 1,4 \text{ mm}$.

De acordo com a Equação 7:

$T_i = L_b \times E_g \times EL/q$

$T_i = 1,4 \times 0,5 \times 3,5 / 3,0 = 0,8 \text{ h} = 48 \text{ min}$

Em que $T_i =$ tempo de irrigação.

- Se $ET_o = 6 \text{ mm.dia}^{-1}$ (Estação Agromet.)

$$ET_c = 6,0 \times 0,60 \times 0,29 = 1,0 \text{ mm.dia}^{-1}$$

$$L_b = ET_c/E_a = 1,0/0,9 = 1,1 \text{ mm.dia}^{-1}$$

$$T_i = 1,1 \times 0,5 \times 3,5 / 3,0 = 0,7 \text{ h} = 42 \text{ min}$$

- Se $ET_o = 5 \text{ mm/dia}$ (Estação Agromet.)

$$ET_c = 5 \times 0,60 \times 0,29 = 0,9 \text{ mm.dia}^{-1}$$

$$L_b = ET_c/E_a = 0,9/0,9 = 1,0 \text{ mm.dia}^{-1}$$

$$T_i = 1,0 \times 0,5 \times 3,5 / 3,0 = 0,6 \text{ h} = 36 \text{ min}$$

Exemplo 2: Considerando-se um cultivo de videira Festival, em latada, com cobertura total ($A_c = A_p$), espaçamento 3,0 m x 3,5 m, microaspersão, um emissor por planta, vazão (q) de 45 L.h⁻¹. Cultura na 2ª Fase de crescimento do fruto ($K_c = 1,12$). E_a do sistema igual a 90%.

Dados: $ET_o = 8,5 \text{ mm.dia}^{-1}$

Então:

$$ET_c = LL = ET_o \times k_c = 8,5 \times 1,12 = 9,5 \text{ mm}$$

$$AP = 3 \times 3,5 = 10,5 \text{ m}^2$$

$$LB = LL/E_a = 9,5/0,90 = 10,6 \text{ mm}$$

$$T_i = L_b \times A_p / q$$

$$T_i = 10,6 \times 10,5 / 45 = 2,46 \text{ h} = 148 \text{ min}$$

Preenchimento dos formulários relacionados aos cadernos de campo da PI-UVA

Basicamente, existem dois formulários que devem ser preenchidos e que fazem parte da caderneta de campo do PI-Uva. A primeira diz respeito a dados climáticos e também leitura do tanque Classes “A” na Tabela 15, e a Tabela 16, são para preenchimento dos fatores usados para estimativa da quantidade de água a ser aplicada ou lâmina de irrigação.

Tabela 15. Registros climáticos - Caderneta de campo: informações gerais – Seção 1.

| Dia | LEITURA EM PLUVIÔMETROS (mm) | | | | | | TEMPERATURA (°C) | | | UR4 (%) | LEITURA DO TANQUE (mm) | | |
|-----|------------------------------|----|----|----|----|-------|------------------|------|------|---------|------------------------|------|---------------------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | Média | Min1 | Máx2 | Méd3 | | Atual5 | Ant6 | Diferença7 |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 24 | 36 | 30 | 68 | 192 | 200 | 8,0 mm.dia ⁻¹ |
| 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 23 | 37 | 30 | 192 | 65 | 182 | 10,0 mm.dia ⁻¹ |
| 3 | 20 | 20 | 15 | 25 | 20 | 20 | 25 | 37 | 31 | 67 | 200 | 202 | 2,0 mm.dia ⁻¹ |
| 4 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 5 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 6 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 7 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 8 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 9 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 10 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |

1Min = temperatura mínima.

2Máx = Temperatura máxima.

3Méd = Temperatura média. É calculada pela média aritmética das temperaturas mínima e máxima.

4UR = umidade relativa.

5Atual = leitura em mm da altura da água dentro do TCA.

6Ant = leitura anterior, a atual, em mm da altura da água dentro do TCA.

7Diferença = Ant - Atual , ou seja, é a Ev (evaporação da água dentro do TCA).

Obs: Por ocasião de uma precipitação, como no exemplo (20 mm), entre os dias 2 e 3; deve-se somar o valor da precipitação com o da leitura da coluna atual, do dia anterior, e escrever na coluna Ant do dia 3. Seguindo a seta vermelha soma-se a precipitação com a Ev Atual do dia anterior, e o resultado será escrito na caixa na ponta da seta verde.

Outra opção para a realização da estimativa do ETo é usando-se dados de estações agroclimatológicas próximas da propriedade. Ultimamente, diversas propriedades rurais e empresas públicas dispõem de estações agroclimatológicas automáticas que possibilitam estimar a demanda hídrica, obtendo-se, automaticamente, a ETo através da equação de Penman-Monteith-FAO que pode vir ou não embutida em um programa de computador dentro da estação.

Tabela 16. Irrigação – Caderneta de Campo: informações da parcela – Seção 2.

| Sistema de irrigação: Localizada por gotejo Uva (3,5 m x 3,0 m) – Ea = 90% | | | | N.o emissores/planta: 6 | | | | |
|---|------------------|--------------------|-----------------|---|-----------------|-----------------|--------------|------|
| Vazão do projeto por emissor = 3,0 L.h ⁻¹ Espaçados = 0,5 m | | | | Área de molhamento (m ²) = 6,0 Largura faixa molhada (m) = 2,0 | | | | |
| Data/Período | ETo ¹ | Estádio da cultura | Kc ² | ETc ³ | Lb ⁴ | Ti ⁵ | Respon-sável | Obs. |
| 10/07/2009 | 7,0 | Desenv.vegetativo | 0,60 | 4,2 | 2,70 | 0,90 | Pedro Paulo | |
| 10/07/2009 | 6,0 | Desenv.vegetativo | 0,60 | 3,6 | 2,30 | 0,77 | Pedro Paulo | |
| 10/07/2009 | 10,0 | Desenv.vegetativo | 0,60 | 6,0 | 3,80 | 1,27 | Pedro Paulo | |

Vazão aferida por emissor/parcela L/h (Data: 08/07/2009): Ponto: 1) 3,2 L.h⁻¹ 2) 2,90 L.h⁻¹; 3) 2,80 L.h⁻¹; 4) 3,30 L.h⁻¹ 5) 3,0 L.h⁻¹.
Média: 3,0 L.h⁻¹.

ETo¹ = Evapotranspiração de referência (diária, media semanal ou média mensal).

Kc² = Coeficiente de cultura.

ETc³ = Evapotranspiração da cultura.

Lb⁴ = Lâmina bruta (mm).

Ti⁵ = Tempo de irrigação em horas.

Para calcular a lâmina bruta e o tempo de irrigação, consultar o manual técnico.

Considerações finais

O uso racional da água, tanto no meio urbano como no rural, é essencial para o desenvolvimento da humanidade. A agricultura irrigada é uma das atividades econômicas que mais utilizam água. Portanto, aumentar a eficiência do seu uso é um desafio que deve sempre ser almejado. As atividades agrícolas utilizam cerca de 70% de toda água captada, havendo, assim, a necessidade de aumentar a eficiência do seu uso, diminuindo os desperdícios sem reduzir a produtividade. Não se pode pensar em irrigação em regiões críticas em recursos hídricos, como o Semiárido brasileiro, sem usar a técnica da irrigação localizada, além de se procurar cultivar variedades que possuem maior eficiência no uso da água. O cálculo adequado da quantidade de água a ser aplicada para uma

cultura é fundamental para o seu desenvolvimento potencial. Porém, por si só, esse cálculo não resolve o problema, caso o sistema de irrigação esteja hidraulicamente desequilibrado. A manutenção constante dos equipamentos que compõem o sistema, como troca de emissores com problema, limpeza das tubulações e filtros ou mesmo troca e manutenção da motobomba, são práticas essenciais para aumentar ou manter a eficiência da aplicação de água (eficiência de irrigação) e, conseqüentemente, diminuir perdas. Deve-se tomar cuidado na troca de emissores e do conjunto motobomba, pois o dimensionamento de um sistema de irrigação pressurizado se faz para uma dada vazão e pressão de serviço. Portanto, quando ocorre a troca de equipamentos deve-se adquirir os que apresentem maior semelhança hidráulica com os usados no campo.

Referências

- AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. **A qualidade da água na agricultura**. Tradução H. R. GHEYI; J. F. MEDEIROS; F. A. V. DAMACENO. Campina Grande: UFPB, 1991. 218 p. (FAO: Irrigação e Drenagem; 29).
- ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements**. Rome: FAO, 1998. 279 p. (FAO, Irrigation and Drainage Paper, 56).
- BERNARDO, S.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. **Manual de irrigação**. Viçosa, MG: Editora UFV, 2006. 625 p.
- BLANKE, M. M.; LEHYE, A. Stomatal and cuticular transpiration of the cap and berry of grape. **Journal of Plant Physiology**, Stuttgart, v. 132, p. 250-253, 1988.
- BRAGA, M. B.; SOARES, J. M.; PETRERE, V. G.; SILVA, Z. Influência da intermitência do tempo de irrigação na cultura da videira festival irrigada por gotejamento, no vale do Submédio São Francisco. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 20.; ANNUAL MEETING OF THE INTERAMERICAN SOCIETY FOR TROPICAL HORTICULTURE, 54., 2008, Vitória. **Frutas para todos: estratégias, tecnologias e visão sustentável: anais**. Vitória: INCAPER: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 2008. 1 DVD.
- BRALTS, V. F., KESNER, C. D. Drip irrigation field uniformity estimation. **Transactions of the American Society of Agricultural Engineers**, Saint Joseph, v. 26, n. 5, p. 1.369-1.374, 1983.
- BRASIL. Instrução Normativa nº 11, de 18 de setembro de 2003. Aprova as normas técnicas específicas para a produção integrada de uvas finas de mesa. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, n. 185, 24 de set. 2003. Seção 1, p. 3-7.

BRASIL. Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, n. 53, 18 de mar. 2005. Seção 1, p. 58-63.

BURT, C.; O'CONNOR, K; RUEHR, T. **Fertigation**. San Luis: Obispo, 1995. 320 p.

CHRISTIANSEN, J. E. **Irrigation by sprinkler**. Berkeley: California Agricultural Station, 1942. 212 p. (Bulletin 670).

DOORENBOS, J.; PRUITT, W. O. **Crop water requirements**. Rome: FAO, 1977. 168 p. (FAO, Irrigation and Drainage. Paper, 24).

DOORENBOS, J.; KASSAM, A. H. **Yield response to water**. Rome: FAO, 1979. 193 p. (FAO, Irrigation and Drainage Paper, 33).

DROOGERS, P.; ALLEN, R. G. Estimating reference evapotranspiration under inaccurate data conditions. **Irrigation and Drainage Systems**, Amsterdam, v. 16, p. 33-45, 2002.

FACHINELLO, J.C. Produção integrada de frutas: um breve histórico. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 22, n. 213, p. 15-18, nov./dez., 2001.

FERREIRA, P. A. **Qualidade de água e manejo água-planta em solos salinos**. Brasília, DF: ABEAS; Viçosa, MG, UFV, 2001. 111 p.

JENSEN, M. E.; BURMAN, R. D.; ALLEN, R. G. **Evapotranspiration and irrigation water requirements**. New York: American Society of Civil Engineers, 1990. 360 p.

KELLER, J.; BLIESNER, R. D. **Sprinkle and trickle irrigation**. New Jersey: Caldwell. TheBlackburn Press, 2000. 652 p.

KLAR, A. E. **Irrigação: frequência e quantidade de aplicação**. São Paulo: Nobel, 1991. 156 p.

MALAVOLTA, E; PIMENTEL-GOMES, F; ALCARDE, J. C. **Adubos & adubações**. São Paulo: Nobel, 2000. 200 p.

MEDEIROS, J. F. de; GHEYI, H. R. **A qualidade da água de irrigação**. Mossoró: ESAM, 1994. 60 p. (Boletim Técnico, 22).

PEREIRA, A. R.; VILLA NOVA, N. A.; SEDIYAMA, G. C. **Evapotranspiração**. Piracicaba: FEALQ, 1997. 183 p.

PINHEIRO, F. A.; ADISSI, P. J.; Impactos socioambientais e de segurança do alimento na gestão da produção integrada de uvas finas de mesa. **Sistemas & Gestão**, Niterói, v. 2, n. 2, p.119-140, 2007.

RHOADES, J. D.; KANDIAH, A.; MASHALI, A. M. **O uso de águas salinas para produção agrícola**. Tradução de: H. R. Gheyi, J. R. de Souza, J. E. Queiroz. Campina Grande: UFPB, 2000. 117 p. (Irrigação e drenagem. Paper, 48).

RICHARDS, L. A. **Diagnosis and improvement of saline and alkali soils**. Washington, D.C.: USDA, 1954. 160 p. (USDA Agricultural Handbook, 60).

SOARES, J. M.; COSTA, F. F. Irrigação da cultura da videira. In: LEÃO, P. S. C.; SOARES, J. M. (Ed.). **A viticultura no Semi-Árido brasileiro**. Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2000. cap. 8, p. 147-212.

SOARES, J. M. **Consumo hídrico da videira Festival sob intermitência de irrigação no Submédio São Francisco**. 2003. 309 f. Tese (Doutorado em Recursos Naturais - Ciclo Hidrológico) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia, Campina Grande.

TEIXEIRA, A. H. C.; AZEVEDO, P. V.; SILVA, B. B.; SOARES, J. M. Consumo hídrico e coeficiente de cultura da videira na região de Petrolina, PE. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 3, n. 3, p. 413-416, 1999.

TEIXEIRA, A. H. 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 BRASILEIRO DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM, 13., Juazeiro. **Anais...** Juazeiro: ABID, 2003. 1 CD-ROM.

UNITED STATES. **Salinity laboratory staff**: diagnosis and improvement of saline and alkaline soil. USDA: 1954. 160 p. (Agriculture Handbook, 60).



Ministério da
Agricultura, Pecuária
e Abastecimento



CGPE 9652