

Irrigação na cultura da bucha vegetal

116

Circular Técnica

Brasília, DF
Março, 2013

Autores

Waldir Aparecido Marouelli
Engº Agríc., Ph.D.
Embrapa Hortaliças
Brasília, DF
waldir.marouelli@embrapa.br

Henoque Ribeiro da Silva
Engº Agr., Ph.D.
Embrapa SRI
Brasília, DF
henoque.silva@embrapa.br

José Flávio Lopes
Engº Agr., Ph.D.
Embrapa Hortaliças
Brasília, DF
jose.lopes@embrapa.br



Fotos: José Flávio Lopes e Waldir Marouelli

Introdução

A bucha vegetal pertence à família botânica das *Cucurbitaceae*, gênero *Luffa*. À essa mesma família também pertencem o melão, a melancia, o chuchu, o pepino e as abóboras. A planta, provida de gavinhas, tem hábito de crescimento trepador, sendo a produção realizada predominantemente em sistema de tutoramento.

A espécie mais conhecida e cultivada no Brasil é a *Luffa cylindrica*. A fibra do fruto maduro é muito utilizada em todo o mundo na limpeza geral, higiene pessoal e como artesanato. Na indústria, as fibras são empregadas na fabricação de estofamentos, de dispositivos de filtragem e de isolamentos acústicos e térmicos, dentre outras aplicações. A espécie *Luffa aegyptiaca* também pode ser utilizada para a produção de fibra.

A produção de bucha vegetal no Brasil é realizada em pequenas áreas da agricultura familiar, em praticamente todo o território nacional. De cultivo tradicional e espontâneo de “fundo de quintal”, a produção de bucha vegetal têm se ampliado e profissionalizado nos últimos dez anos. No município de Bonfim, em Minas Gerais, por exemplo, se concentra o maior polo de produção, com área plantada acima de 100 hectares. Com orientação de técnicos da EMATER local e apoio do SEBRAE, os produtores se organizaram num sistema de APL (Arranjos Produtivos Locais) e hoje produzem, processam e comercializam bucha vegetal para diversas regiões do Brasil. Não existem estatísticas sobre área cultivada e produção em nível de nacional.

O uso da bucha vegetal como hortaliça é praticamente desconhecido na maioria dos países, incluindo o Brasil. Em países do Oeste Asiático, como China e Japão, no entanto, a bucha vegetal – especialmente as da espécie *Luffa acutangula* – é bastante utilizada na alimentação humana. Os frutos, quando colhidos no início do desenvolvimento, podem ser consumidos ao natural, como pepino e maxixe, em fritura ou cozido. Há referências de início de produção de bucha vegetal comestível, por agricultores de origem japonesa, na região de Mogi das Cruzes, São Paulo.

A irrigação da cultura é recomendada para regiões com precipitação mensal inferior a 100 mm, pois traz uma série de vantagens: ganhos expressivos de produtividade; viabilidade do escalonamento das colheitas durante todo o ano; e estabelecimento da cultura por meio de mudas, pois mantém umidade no solo suficiente para o pagamento das mesmas. Apesar das vantagens que oferece, estima-se que 75% dos produtores de bucha não utilizam qualquer tipo irrigação. Uma das razões é a capacidade limitada de investimentos da grande maioria dos produtores.

Partindo do princípio que o sucesso da irrigação na cultura da bucha vegetal somente será alcançado quando o sistema utilizado for corretamente dimensionado, implantado e manejado, decidiu-se elaborar essa circular técnica com o objetivo de apresentar aos produtores e técnicos ligados à área de produção de bucha vegetal uma série de processos e informações técnicas atuais sobre os principais sistemas de irrigação e métodos

de manejo de água que podem ser utilizados na produção da cultura.

Sistemas de irrigação

A cultura da bucha vegetal pode ser irrigada por diferentes sistemas de irrigação. A escolha depende das condições de solo, clima, topografia, recurso hídrico disponível, além do nível econômico e tecnológico do produtor. Dentre os produtores que utilizam irrigação, estima-se que cerca de 50% adotam os sistemas por superfície, devido ao menor custo de implantação. Em menor escala são utilizados os sistemas por aspersão e por gotejamento.

Embora não existam estudos específicos comparando diferentes sistemas de irrigação na produção de bucha vegetal, as cucurbitáceas, em geral, respondem muito bem a sistemas que molham a maior parte da superfície do solo, possibilitando, assim, maior desenvolvimento radicular das plantas.

Irrigação por superfície

Os sistemas de irrigação por superfície são os que apresentam custo de implantação mais baixo. Requerem, porém, solos pouco permeáveis, terrenos planos ou sistematizados, maior uso de mão-de-obra, além de utilizarem mais água e terem menor eficiência de irrigação (40% a 60%).

Os principais sistemas utilizados são os por sulco e por inundação temporária em pequenos tabuleiros. A utilização de dois sulcos por fileira de plantas permite a formação de uma maior faixa de molhamento do solo e, conseqüentemente, maior desenvolvimento radicular. Nesse caso, os sulcos, um de cada lado da fileira de plantas, devem estar espaçados entre 100 cm e 150 cm. Em se utilizando apenas um sulco por fileira de plantas, recomenda-se fazer um prolongamento do mesmo, em formato circular e raio de 50 cm a 80 cm, ao redor de cada cova/planta, de modo a aumentar a fração de área molhada entre as plantas.

Os sulcos devem apresentar largura de 25 cm a 30 cm e profundidade de 10 cm a 20 cm. A declividade e a vazão de água nos sulcos são dependentes do tipo de solo, variando de 0,1% a 0,5% e de 1 L/s a 6 L/s. A vazão máxima não deve

provocar erosão; para solos argilosos de cerrado deve ser inferior a 3 L/s.

A melhoria da eficiência de irrigação pode ser obtida controlando-se o tempo para a água chegar ao final do sulco, o qual não deve ultrapassar a 25% do tempo necessário para se aplicar a lâmina de irrigação requerida. Em geral, melhores resultados são obtidos controlando o comprimento dos sulcos, que devem variar de 15 m, para solos mais arenosos, até 100 m, para os argilosos pouco permeáveis. Em solos argilosos de cerrado, por exemplo, não devem ultrapassar 35 m, pois os mesmos geralmente apresentam alta taxa de infiltração de água.

Outro sistema de irrigação de superfície é o por inundação intermitente em pequenos tabuleiros, que consiste em construir ao redor de cada cova/planta um dique, na forma de bacia, com diâmetro entre 80 cm e 150 cm. O fornecimento de água aos tabuleiros pode ser realizado por sulco de distribuição, tubulação fixa ou mangueira flexível. O uso de mangueira para o abastecimento individual de cada tabuleiro é bastante utilizado em pequenas propriedades agrícolas com disponibilidade de mão-de-obra.

Diagnóstico realizado na região de Bonfim, Minas Gerais, pela Associação Mineira dos Produtores de Bucha Vegetal em conjunto com o SEBRAE, registrou que dos produtores que utilizam irrigação, 50% o fazem por meio de mangueira flexível e 30% por sulco.

Irrigação por aspersão

Os sistemas por aspersão utilizados são do tipo convencional portátil, semiportátil e fixo. Sistemas mecanizados tipo pivô central e autopropelido, normalmente recomendados para grandes áreas, não são utilizados no cultivo da bucha vegetal.

Os aspersores mais utilizados são os de pequeno e médio porte, com raio de alcance até 20 m, posicionados entre 20 cm e 40 cm acima da latada. Pode-se também utilizar aspersores de subcopa, com raio de alcance inferior a 12 m e ângulo de inclinação do bocal menor que 15° (jato raso). O espaçamento entre aspersores deve seguir o recomendado na tabela do fabricante que acompanha o equipamento.

Os sistemas por aspersão convencional apresentam maior eficiência e facilidade de manejo que os por superfície e podem ser utilizados em diferentes tipos de solo e topografia. Em condições normais de operação, esses sistemas apresentam eficiência entre 70% e 85%; todavia, é comum encontrar sistemas operando de forma precária, com eficiência abaixo de 50%.

Os sistemas de irrigação por aspersão proporcionam molhamento total da área cultivada, não limitando o desenvolvimento radicular das plantas. Devido ao grande espaçamento entre as plantas de bucha vegetal podem ocorrer perdas significativas de água por evaporação e drenagem profunda, especialmente no início do ciclo da cultura. Como forma de racionalizar o uso da água e garantir um rendimento extra ao produtor, pode ser feito o cultivo em consórcio com outras espécies de pequeno porte e com exigência de irrigação semelhante à da bucha, como feijão, jiló e quiabo.

Irrigação localizada

Os sistemas de irrigação por gotejamento e por microaspersão localizada podem ser utilizados com sucesso na produção de bucha vegetal. Dentre as principais vantagens, destacam o menor gasto de água e de energia, a alta eficiência de irrigação (80% a 90%), a facilidade de operação, o menor requerimento de mão-de-obra e a maior flexibilidade no uso da fertigação. As principais desvantagens são o alto custo de implantação e a exigência de um mínimo de conhecimento técnico do sistema. São especialmente recomendados para solos com baixa capacidade de retenção de água, como os arenosos.

A economia de água que no gotejamento pode chegar a 30% do volume utilizado na aspersão, geralmente ultrapassa 60% quando comparada aos sistemas por superfície. Isso é devido, principalmente, ao fato do sistema não molhar toda a superfície do solo, o que reduz as perdas de água, sobretudo por evaporação.

Estudos têm demonstrado que o uso da irrigação por gotejamento, especialmente quando associada ao uso de cobertura do solo com plástico preto, tem sido vantajoso na produção de bucha vegetal, resultando em grande economia de água.

Para não limitar o desenvolvimento do sistema radicular das plantas e comprometer a produção, deve-se garantir um mínimo de área molhada, entre 35% e 60%. Isso pode ser conseguido instalando-se maior número de gotejadores por cova/planta. O número de emissores depende do espaçamento entre covas/plantas e do diâmetro do bulbo molhado formado pelo emissor. No caso de lavoura de bucha vegetal com espaçamento entre plantas de 3 m x 3 m, podendo chegar a 5 m x 5 m, não é necessário colocar gotejadores ao longo de toda a linha lateral (tubulação) visando formar uma faixa molhada contínua.

O uso de uma linha lateral de gotejadores para cada fileira de plantas, com dois emissores por cova/planta, é geralmente insuficiente para garantir uma fração mínima de área molhada. Para a grande maioria de tipos de solos e espaçamentos de plantio são necessários de quatro a oito gotejadores por cova/planta; essa opção, todavia, pode ser economicamente inviável para a maioria dos produtores. Para microaspersão localizada são necessários, em geral, de dois a quatro emissores por cova/planta, dependendo do diâmetro molhado pelo microaspersor e do tipo de solo.

Para evitar problemas de excesso de água e de doenças, os gotejadores devem distar entre 10 cm e 20 cm do colo da planta durante o estágio (fase) inicial de desenvolvimento das plantas. À medida que as plantas vão crescendo, os gotejadores devem ser afastados das plantas até uma distância de 50 cm a 70 cm.

Por não molharem a parte aérea das plantas e somente parte da superfície do solo, os sistemas localizados e por sulco minimizam a incidência de doenças da parte aérea, como a antracnose (*Colletotrichum lagenarium*) e a mancha-da-folha (*Leandria momordica*), e a infestação de plantas daninhas nas entrelinhas da cultura. Entretanto, favorecem maior severidade de oídio (*Eryship cichoracearum*) que a aspersão, pois não proporcionam o molhamento das folhas. Na aspersão, a água de irrigação, assim como a chuva, age mecanicamente reduzindo a quantidade de inóculo do fungo sobre a superfície foliar, o que reduz a taxa de infecção e, conseqüentemente, a severidade da doença.

Manutenção e cuidados

O dimensionamento de um sistema de irrigação inclui, entre outros aspectos, a determinação de diâmetros e comprimentos de tubulações, do modelo e potência da motobomba e da taxa de aplicação de água. No caso do sistema por sulco, é necessária a determinação do comprimento adequado dos sulcos, da vazão máxima que não provoque erosão e da vazão mínima capaz de manter todo o sulco com água. Procedimentos para o dimensionamento de sistemas de irrigação envolvem vários cálculos e procedimentos técnicos, devendo ser realizado por profissionais especializados.

Sistemas de irrigação mal dimensionados distribuem água de maneira desuniforme, comprometendo a produção, aumentando os gastos de água e de energia e acarretando perdas de nutrientes por lixiviação. Muitas vezes, no entanto, um sistema de irrigação que foi inicialmente dimensionado e instalado de forma adequada, numa determinada área, sofre modificações ou é transferido para outras áreas sem a devida orientação técnica, o que compromete seu desempenho.

A manutenção preventiva e adequada de um sistema de irrigação tem por objetivo aumentar a vida útil do equipamento e manter o mesmo irrigando de forma eficiente durante todo o ciclo da cultura. Bombas, motores e demais partes móveis devem ser mantidas conforme recomendação do fabricante; aspersores devem funcionar em posição vertical e serem inspecionados periodicamente; borrachas de vedação, registros, válvulas de derivação e outros acessórios devem ser substituídos quando apresentarem sinal de vazamentos. Problemas de vazamentos, mesmo aqueles mais simples, provocam desperdício de água e de energia, diminuem a pressão de operação do sistema e a quantidade de água aplicada às plantas, prejudicando a uniformidade de distribuição e, conseqüentemente, o rendimento da cultura.

Os cuidados mais importantes para com o sistema de irrigação estão relacionados, sobretudo, à pressão de serviço do sistema. Pressão abaixo da recomendada prejudica a uniformidade de distribuição de água e, conseqüentemente, a produtividade da cultura. Pressão muito alta compromete a tubulação, acarreta maior consumo

de energia e, no caso da aspersão, provoca a formação de gotas muito pequenas, favorecendo maior evaporação e deriva de água, principalmente em dias com temperatura alta, umidade relativa baixa e ventos fortes.

Para evitar a sobrecarga do motor, a partida da motobomba deve ocorrer com o registro de recalque fechado, sendo esse aberto lentamente até que a pressão de serviço, indicada no manômetro instalado após o mesmo, seja igual àquela prevista em projeto. No final da irrigação, deve-se proceder de forma inversa, ou seja, primeiro fechar o registro para depois desligar a bomba, a fim de evitar problemas de golpes de pressão na tubulação principal e na motobomba. Bombas centrífugas requerem a eliminação do ar do corpo interno e da tubulação de sucção (escorva) para que ocorra o funcionamento normal e a lubrificação do eixo pela própria água.

Necessidades hídricas

A necessidade de água da cultura da bucha vegetal é bastante variável, entre 800 mm e 1.500 mm durante o ciclo. Além das condições climáticas, depende, dentre outros fatores, do ciclo da cultivar, do sistema de cultivo e do sistema de irrigação. Em termos gerais, o consumo diário de água por cova/planta, considerando-se o espaçamento de plantio de 3 m x 3 m, varia entre 10 L e 15 L (1-2 mm/dia) no estágio inicial, aumentando a partir da emissão de ramos até o início da maturação, quando atinge de 40 L a 70 L (4-8 mm/dia).

A cultura é sensível ao déficit hídrico, necessitando de atenção especial com relação à disponibilidade de água no solo durante grande parte do ciclo de desenvolvimento. Isso se deve, em parte, ao sistema radicular ser superficial, com concentração de raízes nos primeiros 20 cm do solo. Embora sensíveis à falta de água, as plantas não toleram solos encharcados.

Os estádios mais críticos à falta de água são os de florescimento / início de frutificação e o de crescimento de fruto, seguido do período de rápido desenvolvimento de ramos. A ocorrência de déficit hídrico durante o estágio vegetativo (desenvolvimento de ramos) reduz a área foliar, enquanto durante o estágio de florescimento / início de frutificação reduz o número de frutos por planta,

e durante o estágio de crescimento de fruto reduz o tamanho de fruto.

Além de favorecer algumas doenças, irrigações frequentes podem acarretar um crescimento excessivo das ramos, em detrimento da produção, notadamente em solos com alta disponibilidade de nitrogênio. Irrigações em excesso, sobretudo em solos muito argilosos, de baixada ou compactados, prejudicam a aeração na zona radicular, afetando o desenvolvimento das plantas e favorecendo doenças de solo.

Manejo da água de irrigação

Em geral, as irrigações são realizadas sem nenhum critério técnico que garanta o fornecimento adequado de água às plantas. As regas são normalmente feitas em excesso e realizadas apenas a partir de observações visuais da umidade na superfície do solo e/ou da aparência das plantas. Outras vezes são feitas com base em safras anteriores, mesmo de outras culturas, ou pela experiência de produtores vizinhos. Esse uso de água de forma inadequada geralmente acarreta redução de produtividade, desperdício de água e energia, e maior incidência de doenças na cultura.

A reposição da água ao solo no momento e na quantidade correta envolve parâmetros relacionados à planta, ao solo e ao clima. Existem vários métodos que podem ser utilizados pelo produtor para determinar quando e quanto irrigar, alguns simples e outros mais complexos.

Métodos simples de manejo como o calendário de irrigação e o tato-aparência podem ser utilizados com vantagens por produtores com pouca experiência em irrigação. Para a produção de bucha vegetal em larga escala, no entanto, recomenda-se que o manejo seja realizado utilizando-se métodos mais precisos e eficientes, como por exemplo, aqueles baseados na avaliação, em tempo real, da tensão de água no solo e/ou da evapotranspiração da cultura.

Em regiões semiáridas, a água de irrigação pode ser salina ($CEa > 1,0$ dS/m) e prejudicar a produção de bucha vegetal. No caso de suspeita de salinidade, sugere-se que o produtor procure um técnico da extensão para avaliar o teor de sais e recomendar uma estratégia apropriada de manejo.

Método do calendário de irrigação

O método consiste no pré-estabelecimento de turnos de regas (intervalo entre irrigações) e de lâminas de irrigação para cada estágio da cultura em função das condições climáticas predominantes na região, tipo de solo e profundidade efetiva do sistema radicular (camada de solo onde se concentram cerca de 80% das raízes), sem a necessidade do uso de equipamento e cálculos complicados para determinar quando e quanto irrigar.

Por utilizar valores históricos de evapotranspiração da cultura (ET_c), o método é menos preciso que aqueles para manejo em tempo real. O método, que tem uma melhor precisão em regiões áridas e semiáridas ou durante estações secas, é indicado principalmente para pequenos produtores que não dispõem de recursos técnicos e financeiros para utilizar outros métodos.

Um procedimento simplificado para o manejo da água de irrigação na cultura da bucha vegetal é apresentado a seguir para duas situações: a) irrigação por aspersão e superfície; e b) irrigação por gotejamento e microaspersão localizada.

Procedimento para irrigação por aspersão e superfície

Passo 1: Determinar, na Tabela 1, a evapotranspiração da cultura (ET_c, mm/dia), para cada estágio da bucha vegetal, a partir de dados médios históricos de temperatura e umidade relativa do ar. Muitas vezes, dados climáticos necessários para o cálculo da ET_c podem ser obtidos junto ao serviço de assistência técnica local. Podem ainda ser estimados nos mapas de normais climatológicas disponíveis no site do Instituto Nacional de Meteorologia.

Tabela 1. Evapotranspiração da cultura da bucha vegetal (mm/dia) para irrigação por superfície (sulco e/ou mangueira) e aspersão, conforme a umidade relativa média (UR_m), temperatura média do ar e estágio de desenvolvimento da cultura.

| UR _m (%) | Temperatura (°C) | | | | | | | | |
|---------------------|--|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|------|
| | 14 | 16 | 18 | 20 | 22 | 24 | 26 | 28 | 30 |
| | Inicial | | | | | | | | |
| 40 | 2,2 | 2,4 | 2,7 | 2,9 | 3,2 | 3,5 | 3,7 | 4,0 | 4,4 |
| 50 | 1,8 | 2,0 | 2,2 | 2,4 | 2,7 | 2,9 | 3,1 | 3,4 | 3,6 |
| 60 | 1,5 | 1,6 | 1,8 | 1,9 | 2,1 | 2,3 | 2,5 | 2,7 | 2,9 |
| 70 | 1,1 | 1,2 | 1,3 | 1,5 | 1,6 | 1,7 | 1,9 | 2,0 | 2,2 |
| 80 | 0,7 | 0,8 | 0,9 | 1,0 | 1,1 | 1,2 | 1,2 | 1,3 | 1,5 |
| 90 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,5 | 0,5 | 0,6 | 0,6 | 0,7 | 0,7 |
| | Vegetativo e maturação | | | | | | | | |
| 40 | 3,8 | 4,2 | 4,7 | 5,1 | 5,6 | 6,1 | 6,6 | 7,1 | 7,6 |
| 50 | 3,2 | 3,5 | 3,9 | 4,3 | 4,6 | 5,0 | 5,5 | 5,9 | 6,4 |
| 60 | 2,6 | 2,8 | 3,1 | 3,4 | 3,7 | 4,0 | 4,4 | 4,7 | 5,1 |
| 70 | 1,9 | 2,1 | 2,3 | 2,6 | 2,8 | 3,0 | 3,3 | 3,5 | 3,8 |
| 80 | 1,3 | 1,4 | 1,6 | 1,7 | 1,9 | 2,0 | 2,2 | 2,4 | 2,5 |
| 90 | 0,6 | 0,7 | 0,8 | 0,9 | 0,9 | 1,0 | 1,1 | 1,2 | 1,3 |
| | Florescimento / início frutificação | | | | | | | | |
| 40 | 4,7 | 5,1 | 5,7 | 6,2 | 6,8 | 7,3 | 8,0 | 8,6 | 9,3 |
| 50 | 3,9 | 4,3 | 4,7 | 5,2 | 5,6 | 6,1 | 6,6 | 7,2 | 7,7 |
| 60 | 3,1 | 3,4 | 3,8 | 4,1 | 4,5 | 4,9 | 5,3 | 5,7 | 6,2 |
| 70 | 2,3 | 2,6 | 2,8 | 3,1 | 3,4 | 3,7 | 4,0 | 4,3 | 4,6 |
| 80 | 1,6 | 1,7 | 1,9 | 2,1 | 2,3 | 2,4 | 2,7 | 2,9 | 3,1 |
| 90 | 0,8 | 0,9 | 0,9 | 1,0 | 1,1 | 1,2 | 1,3 | 1,4 | 1,5 |
| | Crescimento de frutos | | | | | | | | |
| 40 | 6,0 | 6,7 | 7,3 | 8,0 | 8,7 | 9,5 | 10,3 | 11,1 | 12,0 |
| 50 | 5,0 | 5,5 | 6,1 | 6,7 | 7,3 | 7,9 | 8,6 | 9,3 | 10,0 |
| 60 | 4,0 | 4,4 | 4,9 | 5,3 | 5,8 | 6,3 | 6,9 | 7,4 | 8,0 |
| 70 | 3,0 | 3,3 | 3,7 | 4,0 | 4,4 | 4,8 | 5,1 | 5,6 | 6,0 |
| 80 | 2,0 | 2,2 | 2,4 | 2,7 | 2,9 | 3,2 | 3,4 | 3,7 | 4,0 |
| 90 | 1,0 | 1,1 | 1,2 | 1,3 | 1,5 | 1,6 | 1,7 | 1,9 | 2,0 |

Fonte: computado segundo Marouelli et al. (2003), utilizando coeficientes de cultura apresentados na presente publicação.

Passo 2: Determinar a profundidade efetiva do sistema radicular para o estágio de interesse. A abertura de uma trincheira permite avaliar visualmente a profundidade. Em bucha vegetal, a profundidade efetiva do sistema radicular no estágio de crescimento de frutos raramente ultrapassa 30 cm.

Passo 3: Determinar, na Tabela 2, o turno de rega (TR, dias) conforme a ET_c , textura do solo e profundidade efetiva de raízes.

Passo 4: Determinar, pela expressão $LRN = TR \times ET_c$, a lâmina real de água necessária (LRN, mm) a ser aplicada por irrigação.

Passo 5: Calcular, pela expressão $LTN = LRN/E_i$, a lâmina de água total necessária (LTN, mm), em que E_i é a eficiência de irrigação (decimal). E_i depende

das características e da manutenção do sistema, dentre outros fatores, devendo ser avaliada, para maior precisão, no local. Como valores gerais, sugere-se de 40% a 70% para sulco, 50% a 70% para mangueira e 60% a 85% para aspersão convencional.

Passo 6: Calcular o tempo necessário para aplicar a lâmina de irrigação requerida. Para aspersão convencional, o tempo de irrigação (T_i , min) é calculado por $T_i = 60 \times LTN/I_a$, em que I_a é a intensidade de aplicação de água (mm/h), característica dependente da vazão e do espaçamento entre aspersores. O valor de I_a pode ser obtido no catálogo técnico do aspersor ou determinado por meio de testes de campo utilizando-se da equação $I_a = 1.000 Q/(E_a \times E_l)$, em que Q é a vazão do aspersor (m^3/h),

Tabela 2. Turno de rega (dias) para a cultura da bucha vegetal irrigada por diferentes sistemas de irrigação, conforme a evapotranspiração da cultura (ET_c), profundidade de raízes e textura do solo.

| ET _c (mm/dia) | Profundidade efetiva de raízes | | | | | | | | |
|---|--------------------------------|---------|---------|----------|---------|---------|----------|---------|---------|
| | 10 cm | | | 20 cm | | | 30 cm | | |
| | Textura* | | | Textura* | | | Textura* | | |
| | Grossa | Média | Fina | Grossa | Média | Fina | Grossa | Média | Fina |
| Sistemas por superfície (sulco e mangueira) e aspersão | | | | | | | | | |
| 1 | 3 | 5 | 7 | 5 | 10 | 14 | 8 | 14 | 20 |
| 2 | 1 | 2 | 4 | 3 | 5 | 7 | 4 | 7 | 10 |
| 3 | 1 | 2 | 2 | 2 | 3 | 5 | 3 | 5 | 7 |
| 4 | 1 | 1 | 2 | 1 | 2 | 4 | 2 | 4 | 5 |
| 5 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 3 | 2 | 3 | 4 |
| 6 | -- | -- | -- | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 | 4 |
| 7 | -- | -- | -- | 1 | 1 | 2 | 1 | 2 | 3 |
| 8 | -- | -- | -- | 1 | 1 | 2 | 1 | 2 | 3 |
| 9 | -- | -- | -- | -- | -- | -- | 1 | 2 | 2 |
| 10 | -- | -- | -- | -- | -- | -- | 1 | 1 | 2 |
| 11 | -- | -- | -- | -- | -- | -- | 1 | 1 | 2 |
| 12 | -- | -- | -- | -- | -- | -- | 1 | 1 | 2 |
| Sistemas localizados (gotejamento e microaspersão) | | | | | | | | | |
| 1 | 2 x dia | 1 | 1 | 1 | 2 | 3 | 2 | 3 | 4 |
| 2 | 3 x dia | 2 x dia | 1 | 2 x dia | 1 | 2 | 1 | 2 | 2 |
| 3 | 4 x dia | 2 x dia | 2 x dia | 2 x dia | 2 x dia | 1 | 2 x dia | 1 | 2 |
| 4 | 4 x dia | 3 x dia | 2 x dia | 3 x dia | 2 x dia | 1 | 2 x dia | 1 | 1 |
| 5 | -- | -- | -- | 4 x dia | 2 x dia | 2 x dia | 2 x dia | 2 x dia | 1 |
| 6 | -- | -- | -- | 4 x dia | 2 x dia | 2 x dia | 3 x dia | 2 x dia | 2 x dia |
| 7 | -- | -- | -- | 4 x dia | 3 x dia | 2 x dia | 3 x dia | 2 x dia | 2 x dia |
| 8 | -- | -- | -- | -- | -- | -- | 4 x dia | 2 x dia | 2 x dia |
| 9 | -- | -- | -- | -- | -- | -- | 4 x dia | 2 x dia | 2 x dia |
| 10 | -- | -- | -- | -- | -- | -- | 4 x dia | 3 x dia | 2 x dia |

* Solos de cerrado de textura fina devem ser considerados, para efeito de retenção de água, como de textura média. Solos arenosos podem ser considerados de textura grossa, enquanto os argilosos são de textura fina.

Fonte: computado segundo Marouelli *et al.* (2003), utilizando tensões-limite e quantidades de água facilmente disponível no solo apresentadas na presente publicação.

E_a o espaçamento entre aspersores ao longo da lateral (m) e E_l o espaçamento entre linhas laterais de aspersores (m).

No sistema por sulco, o tempo de irrigação deve ser aquele necessário para a água atingir o final do sulco mais o requerido para aplicar a lâmina real necessária (tempo de oportunidade). O tempo de oportunidade (T_o , min) pode ser estimado por $T_o = LRN / (Q_i - Q_f) \times L_s \times S_f / N_s$, em que Q_i é a vazão no início do sulco (L/min), Q_f a vazão no final do sulco (L/min), L_s o comprimento do sulco (m), S_f o espaçamento entre fileira de plantas (m) e N_s o número de sulcos por fileira de plantas.

Para irrigação por mangueira, o volume total necessário de água por cova/planta (V_{tn} , L) é determinado por $V_{tn} = LTN \times S_f \times S_p$, em que S_p é o espaçamento entre plantas (m). O tempo de

fornecimento de água em cada bacia depende da vazão da mangueira, que pode ser determinada pelo agricultor utilizando-se um recipiente de volume conhecido e um cronômetro (vazão igual ao volume do recipiente dividido pelo tempo necessário para encher o recipiente).

Procedimento para irrigação localizada

Passos 1 a 4: Seguir os passos de 1 a 4 conforme apresentados para irrigação por aspersão e por superfície, sendo que para a estimativa da evapotranspiração utilizar a Tabela 3.

Passo 5: Determinar, pela expressão $T_i = 60 \times LRN \times S_f \times S_p / (E_i \times n_e \times V_e)$, o tempo de irrigação (T_i , min), em que n_e é o número de emissores (gotejadores por cova/planta) e V_e a vazão do emissor (L/h).

Tabela 3. Evapotranspiração da cultura da bucha vegetal (mm/dia) para irrigação localizada (gotejamento e microaspersão), conforme a umidade relativa média (URm), temperatura média do ar e estágio de desenvolvimento da cultura.

| URm (%) | Temperatura (°C) | | | | | | | | |
|---------|-------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|
| | 14 | 16 | 18 | 20 | 22 | 24 | 26 | 28 | 30 |
| | Inicial e vegetativo | | | | | | | | |
| 40 | 1,6 | 1,8 | 2,0 | 2,2 | 2,4 | 2,6 | 2,8 | 3,0 | 3,3 |
| 50 | 1,4 | 1,5 | 1,7 | 1,8 | 2,0 | 2,2 | 2,3 | 2,5 | 2,7 |
| 60 | 1,1 | 1,2 | 1,3 | 1,5 | 1,6 | 1,7 | 1,9 | 2,0 | 2,2 |
| 70 | 0,8 | 0,9 | 1,0 | 1,1 | 1,2 | 1,3 | 1,4 | 1,5 | 1,6 |
| 80 | 0,5 | 0,6 | 0,7 | 0,7 | 0,8 | 0,9 | 0,9 | 1,0 | 1,1 |
| 90 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,5 | 0,5 | 0,5 |
| | Florescimento / início frutificação | | | | | | | | |
| 40 | 2,7 | 3,0 | 3,3 | 3,6 | 4,0 | 4,3 | 4,7 | 5,1 | 5,4 |
| 50 | 2,3 | 2,5 | 2,8 | 3,0 | 3,3 | 3,6 | 3,9 | 4,2 | 4,5 |
| 60 | 1,8 | 2,0 | 2,2 | 2,4 | 2,7 | 2,9 | 3,1 | 3,4 | 3,6 |
| 70 | 1,4 | 1,5 | 1,7 | 1,8 | 2,0 | 2,2 | 2,3 | 2,5 | 2,7 |
| 80 | 0,9 | 1,0 | 1,1 | 1,2 | 1,3 | 1,4 | 1,6 | 1,7 | 1,8 |
| 90 | 0,5 | 0,5 | 0,6 | 0,6 | 0,7 | 0,7 | 0,8 | 0,8 | 0,9 |
| | Crescimento de frutos | | | | | | | | |
| 40 | 5,5 | 6,1 | 6,7 | 7,3 | 8,0 | 8,6 | 9,4 | 10,1 | 10,9 |
| 50 | 4,6 | 5,0 | 5,5 | 6,1 | 6,6 | 7,2 | 7,8 | 8,4 | 9,1 |
| 60 | 3,7 | 4,0 | 4,4 | 4,9 | 5,3 | 5,8 | 6,2 | 6,7 | 7,3 |
| 70 | 2,7 | 3,0 | 3,3 | 3,6 | 4,0 | 4,3 | 4,7 | 5,1 | 5,4 |
| 80 | 1,8 | 2,0 | 2,2 | 2,4 | 2,7 | 2,9 | 3,1 | 3,4 | 3,6 |
| 90 | 0,9 | 1,0 | 1,1 | 1,2 | 1,3 | 1,4 | 1,6 | 1,7 | 1,8 |
| | Maturação | | | | | | | | |
| 40 | 3,6 | 3,9 | 4,3 | 4,7 | 5,2 | 5,6 | 6,1 | 6,6 | 7,1 |
| 50 | 3,0 | 3,3 | 3,6 | 3,9 | 4,3 | 4,7 | 5,1 | 5,5 | 5,9 |
| 60 | 2,4 | 2,6 | 2,9 | 3,2 | 3,4 | 3,7 | 4,1 | 4,4 | 4,7 |
| 70 | 1,8 | 2,0 | 2,2 | 2,4 | 2,6 | 2,8 | 3,0 | 3,3 | 3,5 |
| 80 | 1,2 | 1,3 | 1,4 | 1,6 | 1,7 | 1,9 | 2,0 | 2,2 | 2,4 |
| 90 | 0,6 | 0,7 | 0,7 | 0,8 | 0,9 | 0,9 | 1,0 | 1,1 | 1,2 |

Fonte: computado segundo Marouelli *et al.* (2003), utilizando coeficientes de cultura apresentados na presente publicação.

Método do tato-aparência

Alguns produtores decidem o momento de se irrigar suas lavouras a partir da avaliação visual da umidade do solo, geralmente da camada superficial. Essa avaliação, no entanto, não fornece informação confiável sobre a real disponibilidade de água na zona radicular da cultura.

Uma precisão minimamente aceitável pode ser alcançada quando se faz uma amostragem de solo entre 30% e 50% da profundidade efetiva das raízes, próximo à planta e em pelo menos três pontos representativos da área. Um guia prático é apresentado na Tabela 4, possibilitando ao produtor estimar a quantidade de água disponível no solo por meio de observações da consistência (tato) e da aparência do solo.

No caso da bucha vegetal, as regas devem ser realizadas quando a água disponível no solo estiver entre 75% e 100% para irrigação por gotejamento e microaspersão localizada e entre 50% e 75% para aspersão e sulco.

Para usuários que não dispõem de informações sobre a capacidade de retenção de água do solo, nem mesmo de ordem prática, a lâmina de irrigação pode ser estimada a partir da equação $LTN = (A_{FD} \times Z \times f_{Am})/E_i$, em que A_{FD} é a quantidade de água facilmente disponível no solo (mm/cm); Z_r a profundidade efetiva do sistema radicular da cultura (mm) e f_{Am} a fração de área molhada do solo pelo sistema de irrigação (decimal). Valores de A_{FD} , em função da porcentagem de água disponível no solo (AD), apresentados na Tabela 5.

Método da tensão de água no solo

A tensão de água é uma característica do solo que indica a força com que a água está retida nas partículas de solo. Quanto maior o teor de umidade do solo menor a tensão com que a água está retida e mais fácil de ser utilizada pelas plantas. A tensão-limite para uma determinada cultura depende de vários fatores, como do sistema de irrigação utilizado.

Tabela 4. Guia prático para estimativa da água disponível no solo (AD), conforme a textura, consistência e aparência do solo.

| AD (%) | Textura | | | |
|----------|--|---|--|--|
| | Grossa | Moderadamente grossa | Média | Fina |
| 0 – 25 | Seco, solto, escapa entre os dedos | Seco, solto, escapa entre os dedos | Seco, por vezes formando torrão que raramente se conserva | Duro, esturricado, às vezes com grânulos soltos na superfície |
| 25 – 50 | Seco, não forma torrão | Sinais de umidade, mas não forma torrão | Forma torrão, algo plástico, mas com grânulos | Maleável, formando torrão |
| 50 – 75 | Seco, não forma torrão | Tende a formar torrão que raramente se conserva | Forma torrão, algo plástico, que às vezes desliza entre os dedos ao ser comprimido | Forma torrão que desliza entre os dedos na forma de lâmina ao ser comprimido |
| 75 – 100 | Tende a se manter coeso; às vezes forma torrão que se rompe facilmente | Forma torrão que se rompe facilmente e não desliza entre os dedos | Forma torrão muito maleável que desliza facilmente entre os dedos | Ao ser comprimido desliza entre os dedos na forma de lâmina escorregadiça |
| 100 (CC) | Ao ser comprimido não perde água, mas umedece a mão | Ao ser comprimido não perde água, mas umedece a mão | Ao ser comprimido não perde água, mas umedece a mão | Ao ser comprimido não perde água, mas umedece a mão |

CC = capacidade de campo.

Obs.1: O torrão se forma comprimindo-se, na palma da mão, um punhado de solo.

Obs.2: O solo desliza entre os dedos polegar e indicador ao ser comprimido, ao tentar fechar os dedos.

Obs.3: A amostra de solo a ser avaliada deve ser retirada entre $\frac{1}{4}$ e $\frac{1}{2}$ da camada de solo representativa da profundidade efetiva das raízes da cultura.

Fonte: adaptado de Irrigation... (1959) e Marouelli et al. (2011).

Tabela 5. Quantidade de água facilmente disponível no solo (A_{FD}), conforme a textura, percentagem de água disponível (AD) e tensão de água no solo no momento da irrigação.

| | Textura* | | |
|--------------|----------|------------------|------|
| | Grossa | Média | Fina |
| AD (%) | | A_{FD} (mm/cm) | |
| 75-100 | 0,10 | 0,15 | 0,25 |
| 50-75 | 0,20 | 0,45 | 0,75 |
| 25-50 | 0,35 | 0,75 | 1,30 |
| Tensão (kPa) | | A_{FD} (mm/cm) | |
| 10 | 0,15 | 0,22 | 0,25 |
| 15 | 0,20 | 0,32 | 0,45 |
| 20 | 0,23 | 0,42 | 0,60 |
| 25 | 0,25 | 0,48 | 0,70 |
| 30 | 0,28 | 0,54 | 0,80 |
| 40 | 0,33 | 0,66 | 0,90 |
| 50 | 0,35 | 0,72 | 1,00 |

* Solos de cerrado de textura fina devem ser considerados, para efeito de retenção de água, como de textura média. Solos arenosos podem ser considerados de textura grossa, enquanto os argilosos são de textura fina.

Fonte: adaptado de Marouelli (2008) e Marouelli & Calbo (2009).

Para maior produtividade de bucha vegetal, as regas devem ser realizadas para uma tensão-limite entre 40 kPa e 60 kPa para sistemas por superfície, entre 25 kPa e 35 kPa para aspersão e entre 10 kPa e 20 kPa para sistemas localizados. A tensão para reinício das irrigações deve ser avaliada entre 30% e 50% da profundidade efetivas do sistema radicular da cultura, em pelo menos três pontos representativos da área.

A medição da tensão de água no solo pode ser feita por meio de sensores como o tensiômetro e o Irrigas®. Tensiômetros são sensores bastante utilizados para fins de manejo da água de irrigação em várias culturas, mas caso não sejam adequadamente instalados e mantidos, costumam apresentar sérios problemas de funcionamento. O Irrigas®, por outro lado, é um sensor simples e de fácil operação pelo agricultor, que apresenta boa precisão, é de baixo custo e não requer manutenção. Foi desenvolvido pela Embrapa e está disponível no mercado nas versões de 15 kPa, 25 kPa e 40 kPa. O uso desses sensores possibilita determinar o momento adequado de se irrigar.

Os sensores devem ser instalados entre 15 cm e 50 cm da planta, dependendo do estágio de desenvolvimento da cultura, em pelo menos três

pontos representativos da lavoura. No caso de irrigação por gotejamento, instalar os sensores de 10 cm a 20 cm do emissor.

A quantidade de água a ser aplicada a cada irrigação depende da capacidade de armazenamento de água pelo solo. Para produtores que não dispõem de informações sobre as características de retenção de água do solo em sua propriedade, a lâmina de irrigação pode ser estimada a partir dos dados de A_{FD} apresentados na Tabela 5, utilizando-se da mesma equação apresentada para o método do "tato-aparência".

Método da evapotranspiração

Evapotranspiração da cultura (ETc) é o termo utilizado para quantificar a quantidade total de água evaporada do solo e transpirada por uma cultura crescendo sem restrições, sendo geralmente expressa em milímetros de água por dia (mm/dia). Para fins de manejo de irrigação, a ETc é normalmente determinada indiretamente a partir da evapotranspiração de um cultura hipotética (referência).

Para a determinação da ETc da bucha vegetal sugerem-se os seguintes coeficientes de cultura (Kc): 0,70 para o estágio vegetativo; 0,85 para o de florescimento / início de frutificação; 1,10 para o de crescimento de fruto; e 0,75 para o de maturação. Durante o estágio inicial, Kc depende do intervalo entre irrigações; assim, considerar Kc = 1,10 para turno de rega de 1 dia, 0,80 para 2 dias, 0,60 para 3 dias e 0,40 para acima de 3 dias. A ETc (mm/dia) pode ser estimada por $ETc = Kc \times As^{0,5} \times ETo$, em que As é a fração de área sombreada ou molhada (usar o maior valor) e ETo a evapotranspiração de referência (mm/dia).

Para estimar a ETo em tempo real é recomendado utilizar o método da "FAO Penman-Monteith", considerado padrão para a estimativa de valores diários de ETo. Caso não seja possível, dados atuais de evaporação de um tanque Classe A podem ser considerados.

O intervalo entre irrigações, que pode ser fixo ou variável, depende da capacidade de armazenamento de água pelo solo. O momento de se irrigar pode também ser estabelecido com base na medição da tensão de água no solo (frequência variável).

Fertigação

Fertigação é o processo de aplicação de fertilizantes via água de irrigação, sendo apropriado especialmente para sistemas localizados. Pela facilidade de aplicação, os fertilizantes podem ser parcelados ao longo do ciclo da cultura, de modo a atender as necessidades das plantas e minimizar perdas por lixiviação.

Os principais dispositivos de injeção da solução de fertilizantes são do tipo venturi, tanque de diferencial de pressão e bombas injetoras. Devido ao menor custo e facilidade de operação, o venturi é o dispositivo mais utilizado em sistemas localizados.

Os nutrientes mais recomendados para aplicação via água de irrigação são aqueles de maior solubilidade e mobilidade no solo, como o potássio e nitrogênio. As principais fontes de nitrogênio e de potássio são a ureia, o cloreto de potássio, o nitrato de potássio, o sulfato de amônio e o sulfato de potássio. Os demais nutrientes devem ser fornecidos preferencialmente de forma convencional no plantio.

A podridão estilar é um problema na cultura da bucha vegetal, especialmente para as variedades tipo bucha-de-metro. É um distúrbio fisiológico causado pela deficiência de cálcio, associada ao excesso de nitrogênio e à falta de água. Em outras culturas, esse problema tem sido solucionado aplicando-se cálcio via fertigação a partir da floração até os frutos apresentarem tamanho mediano.

Para irrigação localizada devem-se aplicar em pré-plantio entre 10% e 30% da recomendação total de nitrogênio e de potássio, sendo o restante parcelado em fertigações semanais a partir da terceira ou quarta semana do plantio.

Referências

- IRRIGATION on western farms.** Washington, DC: USDI: USDA, 1959. 53 p. (Agriculture Information Bulletin, 199).
- MARQUELLI, W. A. **Tensiômetros para o controle de irrigação em hortaliças.** Brasília: Embrapa Hortaliças, 2008. 15 p. (Embrapa Hortaliças. Circular Técnica, 57).
- MARQUELLI, W. A.; OLIVEIRA, Á. S.; COELHO, E. F.; NOGUEIRA, L. C.; SOUSA, V. F. Manejo da água de irrigação. In: SOUSA, V. F.; MARQUELLI, W. A.; COELHO, E. F.; PINTO, J. M.; COELHO FILHO, M. A. (Ed.). **Irrigação e fertirrigação em fruteiras e hortaliças.** Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2011. p. 157-232.
- MARQUELLI, W. A.; SILVA, W. L. C.; SILVA, H. R. Simplified technique for scheduling sprinkle irrigation for vegetable crops in Brazil. **Acta Horticulturae**, Leuven, Belgium, n. 607, p. 207-211, 2003.
- MARQUELLI, W. A.; CALBO, A. G. **Manejo de irrigação em hortaliças com sistema Irrigas^a.** Brasília: Embrapa Hortaliças, 2009. 16 p. (Embrapa Hortaliças. Circular Técnica, 69).
- Literatura Recomendada**
- CARVALHO, J. D. V. **Cultivo de bucha vegetal.** Brasília: SBRT/UnB, 2007, 19 p.
- DAVIS, J. M. Luffa sponge gourd production practices for temperate climates. **HortScience**, Alexandria, v. 29, n. 4, p. 263-266, 1994.
- GREENNET. **Luffa, sponge gourd, chinese okra.** Disponível em: <<http://www.rain.org/greennet/docs/exoticveggies/html/luffa.htm>>. Acesso em: 30 abr. 2012.
- MARQUELLI, W. A.; SILVA, W. L. C. **Seleção de sistemas de irrigação para hortaliças.** 2. ed. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2011. 22 p. (Embrapa Hortaliças. Circular Técnica, 98).
- MARQUELLI, W. A.; SILVA, W. L. C.; SILVA, H. R. **Irrigação por aspersão em hortaliças:** qualidade da água, aspectos do sistema e método prático de manejo. 2.ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2008. 150 p.
- PALADA, M. C.; CHANG, L. C. **Suggested cultural practices for bitter gourd.** Shanhua, Taiwan: Asian Vegetable Research and Development Center, 2003. 5 p. (AVRDC, 03-547).

**Circular
Técnica, 116**

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na
Embrapa Hortaliças
Rodovia BR-060, trecho Brasília-Anápolis, km 9
C. Postal 218, CEP 70.351.970 – Brasília-DF
Fone: (61) 3385.9000
Fax: (61) 3556.5744
E-mail: cnph.sac@embrapa.br

1ª edição

1ª impressão (2013): 1.000 exemplares

**Comitê de
Publicações**

Presidente: Warley Marcos Nascimento

Editor Técnico: Fábio Akiyoshi Suinaga

Supervisor Editorial: George James

Secretária: Gislaine Costa Neves

Membros: Mariane Carvalho Vidal, Jadir Borges
Pinheiro, Ricardo Borges Pereira, Ítalo
Morais Rocha Guedes, Carlos Eduardo
Pacheco Lima, Marcelo Mikio Hanashiro,
Caroline Pinheiro Reyes, Daniel Basílio
Zandonadi

Expediente

Normalização bibliográfica: Antonia Veras

Editoração eletrônica: André L. Garcia