



CULTIVO PROTEGIDO DO TOMATEIRO

Editores:

Nozomu Makishima¹
Osmar Alves Carrijo²

Termos para Indexação: Tomate, *Lycopersicon esculentum*, cultivo protegido, irrigação, fertirrigação, doenças, pragas.
Index* terms: Tomatoes, *Lycopersicon esculentum*, protected cultivation, irrigation, fertirrigation, diseases, insect pest.

INTRODUÇÃO

Com o desenvolvimento das indústrias de filmes de plástico e telas de nylon, tem-se verificado um incremento significativo da agricultura protegida principalmente no cultivo de hortaliças, flores, plantas ornamentais, fruteiras e na produção de mudas. Com estes materiais tornou-se possível a construção de diferentes estruturas de proteção. As mais complexas podem ser dotadas de acessórios e equipamentos que permitem o manejo do microclima interno para o controle da temperatura, luminosidade e fotoperíodo. As mais simples servem de cobertura para reduzir os efeitos danosos de chuvas, granizo, ventos ou ataque de insetos.

O cultivo protegido embora demande investimentos na construção das estruturas assegura estabilidade de

produção, qualidade do produto e aumento na produtividade devido, principalmente, à ampliação do período da produção.

No Brasil, o cultivo protegido do tomateiro é empregado nas regiões Sul e Sudeste no período de inverno quando predominam baixas temperaturas que interferem no desenvolvimento das plantas, e no verão, para proteção contra as chuvas. Nas demais regiões, o cultivo protegido visa a proteção das plantas contra as chuvas. Desta forma busca-se regularizar as ofertas nas épocas de safra e entressafra.

De modo geral, o período de colheita do tomate em ambientes protegidos pode ser prolongado por até quatro meses, proporcionando uma produtividade de até 10 kg de tomate por planta, com exceção de cultivares do grupo cereja, que produz uma média de 5 kg/planta.

EXIGÊNCIAS CLIMÁTICAS DA PLANTA

O tomateiro é originário da América do Sul, na região compreendida entre o Equador e o norte do Chile, sendo encontrado na forma silvestre ou cultivado, desde o nível do mar até 2.000 m de altitude (Lopes e Stripari, 1997). A planta é bastante tolerante a uma ampla variação de temperaturas. No entanto, são consideradas ideais, temperaturas médias noturnas em torno de 18 °C

e diurnas ao redor de 25 °C. No cultivo do tomateiro em ambientes protegidos, o controle da temperatura no interior das estruturas de proteção é de fundamental importância. A temperatura deve ser mantida próxima das condições ideais para que ocorra uma boa polinização e alta taxa de pegamento dos frutos. Temperaturas extremas também influenciam a maturação irregular dos

Nozomu Makishima
Osmar Alves Carrijo

¹ Eng. Agrônomo, M.Sc. Fitotecnia, pesquisador Embrapa Hortaliças. E-mail: nozomu@cnph.embrapa.br

² Eng. Agrônomo, Ph.D. Irrigação, pesquisador Embrapa Hortaliças. E-mail: carrijo@cnph.embrapa.br

frutos e o aparecimento de anomalias como lóculo aberto, rachaduras, e frutos ocós.

Alta umidade relativa do ar no interior das estruturas favorece o aparecimento de doenças e provoca menor desenvolvimento das plantas, resultado da menor transpiração e menor absorção de água e nutrientes. Baixa umidade relativa do ar e ocorrência de altas temperaturas provoca o aumento da transpiração, fechamento dos estômatos, redução da taxa de transpiração e abortamento das flores devido a uma polinização deficiente (Lopes e Stripari, 1997). A umidade relativa do ar no interior das estruturas deve

ser mantida entre 50 e 70% para redução dos problemas fitossanitários e aumento da produtividade.

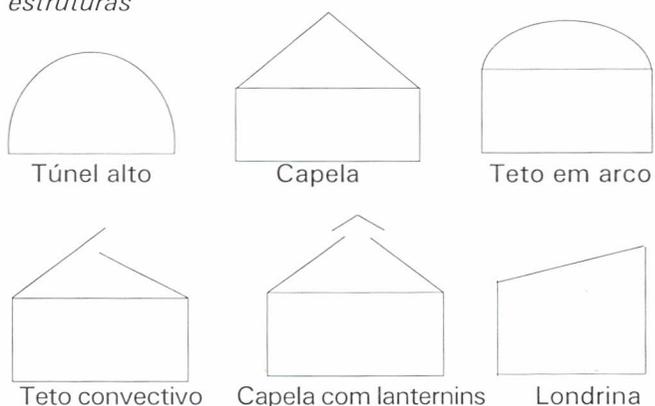
O tomateiro é considerado indiferente ao fotoperíodo, no entanto, baixa intensidade luminosa pode reduzir a produtividade. A cobertura plástica reduz a luminosidade em 20 a 40%, e em locais com baixa radiação pode representar um problema em potencial. O teor natural de CO₂ do ar é considerado suficiente para uma boa produtividade da cultura do tomateiro, no entanto, em ambientes completamente fechados e com controle total da atmosfera interna, o enriquecimento do ambiente com CO₂ favorece a produção.

ESTRUTURAS DE PROTEÇÃO

Nozomu Makishima
Neville V. B. dos Reis
Osmar Alves Carrijo

Para o cultivo do tomateiro sob proteção, podem ser utilizados diferentes modelos de estruturas: túnel alto, capela, teto em arco, teto convectivo, capela com lanternins, cobertura inclinada ou na horizontal (Londrina), em módulos independentes ou conjugados (Fig. 1).

Figura 1 - Fachadas de diferentes tipos de estruturas



A simplicidade ou complexidade da estrutura depende do conjunto de fatores climáticos tais como chuvas, ventos, temperaturas, umidade relativa, a serem manejados para se obter o microclima adequado para a cultura nas diferentes etapas de crescimento e produção. Assim o tipo de estrutura a ser utilizada irá depender dos seguintes fatores: radiação solar; temperaturas mínimas e máximas durante o ano; distribuição e índice pluviométrico; variação da umidade relativa do ar; riscos de geada ou granizo; direção e intensidade dos ventos; localização, principalmente quanto a altitude em relação ao nível do mar, e latitude.

Portanto, para se definir o tipo de estrutura é necessário se dispor de uma série histórica de dados climáticos. Além disso, deve-se conhecer as tecnologias de construção mais modernas para que se consiga uma estrutura eficiente, segura e econômica. É recomendável contar com ajuda técnica especializada.

ÉPOCAS DE PLANTIO E CULTIVARES

Nozomu Makishima
Osmar Alves Carrijo

Épocas de plantio

O objetivo principal de se conduzir uma cultura sob proteção é o de se conseguir colheitas nas épocas em que as cotações dos produtos são mais elevadas, que normalmente coincidem com a menor oferta do produto no mercado. Esta menor oferta, por sua vez, é consequência da maior dificuldade de se produzir em locais ou épocas cujas condições climáticas são desfavoráveis para o cultivo pelo sistema convencional, ou seja a céu aberto.

A escolha da época de plantio deve ter por base as análises da variação estacional de preços do mercado em que se pretende comercializar a produção. De um modo geral, no Brasil, as variações nas cotações dos produtos indicam uma tendência de acentuada elevação de preços nos meses de fevereiro a maio, uma queda de junho a setembro, ligeira elevação até novembro, e certa estabilização em dezembro e janeiro. Esta variação de preços é caracterizada pela redução da oferta do produto durante o verão chuvoso e durante o inverno

quando há redução das temperaturas abaixo dos limites favoráveis ao desenvolvimento e produção da cultura.

Estas situações indicam que nas regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste a cultura deve ser instalada de tal modo que as colheitas possam ser iniciadas em março ou em setembro.

Escolha da cultivar

Para escolha da cultivar, deve-se levar em consideração as seguintes características:

- a) Frutos: forma, tamanho, coloração, resistência a rachadura, sensibilidade a lóculo aberto e conservação pós-colheita, que conferem qualidade e aparência atrativa possibilitando com isto maiores facilidades de comercialização e obtenção de melhores preços;

- b) Plantas: resistência a doenças da parte aérea e do solo.

As principais cultivares de tomate atualmente cultivadas no Brasil são agrupadas em:

- Tipo Santa-Cruz: fruto com 2 a 3 lóculos, peso médio de 120 a 200 gramas/fruto e formato oblongo;
- Tipo Salada ou Caqui: fruto plurilocular, peso médio de 200 a 300 gramas/fruto e formato redondo achatado;
- Tipo Cereja: fruto com 1 a 2 cm de diâmetro e peso médio de 15 a 20 gramas por fruto.

As características das plantas e dos frutos das cultivares com disponibilidade no mercado brasileiro de sementes estão contidas nas tabelas 1, 2 e 3.

Tabela 1. Principais cultivares de tomate tipo Santa Cruz

Cultivar	Fruto		Planta		Empresa
	Peso	Tipo	Crescimento	Resistência	
Angela 5100	150	-	I	F ₁ -S-Y	TOPSEED
Angela Super	140	-	I	-	TOPSEED
Bruna	150	LV	I	V-F ₁ -F ₂	AGROFLORA
Cardeal	150	-	I	F ₁ -S-Y	TOPSEED
Concorde Ag 595	140	-	I	F ₁ -V-S	AGROCERES HORTEC
Débora Plus	140	LV	I	V-F ₁ -F ₂ -N	AGROFLORA
Débora Vfn	130	LV	I	V-F ₁ -F ₂ -N	AGROCERES HORTEC
Jumbo Ag 592	140	-	I	F ₁ -V-S-Cb	AGROCERES HORTEC
Kada	100	-	I	V-F ₁	ISLA TOPSEED
Roqueso Ag 591	140	-	I	F ₁ -V-S	AGROCERES
S. Clara – I-5.300	180	-	I	V-F ₁	AGROFLORA HORTEC ISLA
Santa Clara Vf5600	130	-	I	F ₁ -V-S-Y	AGROFLORA HORTEC PETOSEED
Santa Clara-IAC	180	-	I	V-F ₁	AGROCERES TOPSEED
Santa Fé	130	-	I	V-F ₁ -F ₂ -N-M	ISLA

- - Sem caracterização
 LV - Longa Vida
 I - Indeterminado
 V - Verticilium
 F₁ - Fusarium, raça 1
 F₂ - Fusarium, raça 2

S - Estenfilium
 Y - Vírus Y
 N - Nematóide
 Cb - Cancro bacteriano
 M - Vírus do Mosaico

Fonte: Catálogos da AGROFLORA, AGROCERES, HORTEC, PETOSEED e ISLA.

Tabela 2. Principais cultivares de tomate tipo salada

Cultivar	Fruto		Crescimento	Planta		Empresa
	Peso	Tipo		Resistência		
Ag 233	200	-	I	F ₁ -V-S-Vc	AGROTEC	
Barão Vermelho	300	-	I	F ₁ -V-S-Cb	AGROTEC	
Carmen	250	LV	I	V-F ₁ -F ₂ -M	AGROFLORA HORTEC	
Colorado	300	-	-	-	AGROTEC	
Cronos LSL	220	LV	I	V-F ₁ -F ₂ -M	TOPSEED	
Diva	260	LV	I	V-F ₁ -F ₂ -M-N-S	HORTEC	
Floradade	160	-	D	V-F ₁ -S-A	TOPSEED	
Floradel	160	-	I	F ₁ -S	TOPSEED	
Gaucho	300	-	I	-	TOPSEED HORTEC ISLA	
Grandeur	350	-	I	V-F ₁ -F ₂ -S-M	SAKAMA	
Humaya	300	-	SD	V-F ₁ -F ₂ -S-A-M	ASGROW	
Irazu	260	-	I	V-F ₁ -F ₂ -N-M	HORTEC	
Momotaro	210	-	I	-	SAKAMA	
Mountain	260	-	D	V-F ₁ -F ₂	HORTEC	
Pacific	300	-	D	V-F ₁ -F ₂ -S-A	ASGROW HORTEC	
Raisa	250	LV	I	V-F ₁ -F ₂ -M-N	AGROFLORA	
Saladinha	200	-	D	V-F ₁ -F ₂ -N	AGROFLORA	
Seculus	200	LV	I	V-F ₁ -F ₂ -M-G	AGROCERES	
Sunday	300	-	D	V-F ₁ -F ₂ -A-N	ASGROW	
Sunny	300	-	D	V-F ₁ -F ₂ -S-A	ASGROW HORTEC	
Tommy	250	LV	I	V-F ₁ -F ₂ -M	HORTEC	
Tropic	200	-	I	V-F ₁ -S-M	TOPSEED	

- - Sem caracterização
 LV - Longa Vida
 I - Indeterminado
 D - Determinado
 SD - Semi-determinado

F₁ - Fusarium, raça 1
 F₂ - Fusarium, raça 2
 V - Verticilium
 S - Estenfilium
 N - Nematóide

A - Alternária
 Vc - Vira-cabeça
 Cb - Cancro bacteriano
 M - Vírus do Mosaico
 G - Geminivírus
 Y - Vírus Y

Fonte: Catálogos da AGROFLORA, AGROCERES, ASGROW, HORTEC, ISLA e TOPSEED

Tabela 3. Principais cultivares de tomate tipo cereja e em pencas

Cultivar	Fruto		Crescimento	Planta		Empresa
	Peso	Tipo		Resistência		
Baby	-	-	-	-	HORTEC	
Carol	-	-	-	-	HORTEC	
Cereja	35	V	-	-	TOP	
Cherry	-	-	-	-	HORTEC	
Cronos	140-160	P	I	F ₁ -M	SUNSEEDS	
Dynamo	140-160	P	I	F ₁ -M	SUNSEEDS	
Sweet 100	-	-	-	-	HORTEC	
Sweet Gold	25	A	I	F ₁ -S-M	AGROFLORA	
Sweet Milion	25	V	I	F ₁ -S-M	AGROFLORA	
Sweet Gold	25	A	I	F ₁ -S-M	AGROFLORA	
Sweet Milion	25	V	I	F ₁ -S-M	AGROFLORA	

- - Sem caracterização
 V - Vermelho
 P - Pencas

A - Amarelo
 I - Indeterminado
 F - Fusarium

M - V. Mosaico
 S - Stemphilium

Fonte: Catálogos da AGROFLORA, HORTEC, TOPSEED E SUNSEEDS.

Há uma tendência de aumento de plantio sob cultivo protegido na Europa e nos Estados Unidos de cultivares de tomate para serem colhidos em penca ("cluster"). São geralmente tomates do tipo salada ou saladinha e por serem colhidos em penca, estas cultivares devem

possuir maturação uniforme. A prática de colheita em penca aumenta sensivelmente o tempo-de-prateleira, ou seja, o tempo após a colheita em que estes tomates permanecem com boa qualidade para o consumo, mantendo-se inclusive o aroma característico dos frutos.

SISTEMA DE PLANTIO

Nozomu Makishima
Osmar Alves Carrijo

A cultura do tomateiro sob proteção pode ser realizada no solo, em substrato enriquecido com nutrientes ou pelo sistema hidropônico com ou sem substrato.

Cultivo no solo

Para este tipo de cultivo é essencial que se escolha uma área com solo de boa textura e estrutura e que não tenha sido cultivado com solanáceas nos últimos anos. Se o solo já estiver infestado com patógenos de solo, outra área deve ser escolhida, pois doenças de solo são de difícil controle.

Com antecedência de dois a três meses coletar amostras de solo para análise e verificação da necessidade de correção da acidez, avaliação do nível de matéria orgânica e da fertilidade do solo.

Preparo do solo

A aração deve ser profunda (25 a 30 cm) seguida de destorroamento. Havendo necessidade de correção da acidez, metade da quantidade do calcário deve ser aplicada antes da aração e a outra metade antes do destorroamento.

A matéria orgânica e os fertilizantes químicos de plantio recomendados pela análise do solo devem ser aplicados em toda a superfície ou em sulcos e incorporados 20 a 25 cm de profundidade.

É comum o levantamento de canteiros principalmente quando se usa a cobertura do solo, "mulching". Neste caso, os canteiros devem ser levantados com 60 cm de largura e 20 cm de altura, deixando um espaçamento de 40 cm entre eles. No caso da matéria orgânica e do fertilizante químico terem sido aplicados em sulcos, deve-se tomar cuidado para que o centro do canteiro coincida com o centro do sulco.

Correção da fertilidade do solo

Com base na análise do solo, deve ser feita a correção do pH para níveis de 6,0 a 6,5. Em solos com

níveis médios de matéria orgânica aplicar 3 kg/m² de esterco curtido de gado ou 1 kg/m² de esterco curtido de galinha. Aumentar as quantidades para solos com níveis mais baixos de matéria orgânica.

A adubação básica de plantio deve ser a recomendada pela análise do solo. Aplicar no plantio, 20 a 60% do total de P recomendado e no mínimo 100 g/m² como termofosfato enriquecido com boro e zinco. Não se dispõem da análise e para solos com níveis médios a baixo de fósforo (< 30 ppm), e potássio (< 120 ppm) aplicar 600 a 800 g/m² de adubo da fórmula 4-14-8 ou as quantidades de nutrientes correspondentes quando se usar outra formulação.

Cultivo em substrato

Neste sistema é utilizado um substrato orgânico (pó de serra, casca de arroz, fibra de coco, etc), inorgânico (areia, vermiculita etc.) ou misto, enriquecido com fertilizantes. Este substrato servirá como suporte físico, reservatório de água e de nutrientes. O substrato ideal deve ter as seguintes características:

- ser inerte;
- ter alta porosidade para facilitar a aeração e a circulação de água ou solução nutritiva e o crescimento das raízes;
- ser de fácil aquisição e baixo custo;
- não reagir com os fertilizantes ou sais que serão utilizados como fonte de nutrientes;
- não estar contaminado com microorganismos nocivos ou fitopatogênicos.

Os substratos orgânicos não satisfazem todas estas condições pois têm suas características físicas e químicas alteradas com o tempo, requerendo ajustes no fornecimento de água e nutrientes que normalmente é feito com fertirrigação.

Deve ser utilizado de 8 a 10 litros/planta do substrato que deve estar contido num saco ou vaso de plástico, ou em sulco ou canal aberto no solo e revestido com filme de plástico (Fig. 2).



Substrato em traveseiro



Substrato em vaso



Substrato em canal

Cultivo hidropônico

O cultivo hidropônico pode ser feito com ou sem substrato onde o fornecimento de toda água e todos os nutrientes será com o uso de solução nutritiva.

Os substratos mais usados no sistema hidropônico são a areia, lã de rocha e perlita, mas pode ser usado

também substratos orgânicos como fibra de coco e casca de arroz parcialmente carbonizada. O sistema NFT para o cultivo do tomateiro necessita uma maior especialização do usuário quanto às correções da solução nutritiva durante as diferentes etapas do desenvolvimento da planta.

PRODUÇÃO DE MUDAS, TRANSPLANTE E ESPAÇAMENTO

Nozomu Makishima
Osmar Alves Carrijo

O mais prático e recomendável é a produção de mudas em bandejas de isopor ou de plásticos com 128 células e 6 cm de altura, adquirindo-se também o substrato que já vem esterilizado. Em cada célula são semeadas duas sementes.

Pode ser usado também copinhos de papel-jornal que devem ter 5 cm de diâmetro e 7 cm de altura com paredes de duas folhas preenchidos com substrato comercial ou preparado na propriedade.

Para a preparação do substrato na propriedade, mistura-se em partes iguais esterco curtido de curral e terra vegetal, que não tenha sido cultivada com hortaliças nos últimos três anos. Adicionar de 2 a 3 kg de adubo fórmula 4-14-8 por metro cúbico da mistura e 30% de um material inerte como casca de arroz carbonizada ou areia para melhorar as propriedades físicas da mistura e facilitar a retirada das mudas da bandeja por ocasião do transplante.

Apesar de todo cuidado na escolha da terra ou de outros materiais a serem usados é recomendável fazer a esterilização do substrato, para evitar o risco de doenças nas mudas. A esterilização pode ser feita com vapor de água, utilizando uma autoclave, ou com o calor produzido por uma resistência elétrica.

Na autoclave, o substrato deve ser submetido a uma temperatura de 100 a 120°C por 4 horas. Quando se usa a resistência elétrica é preciso construir uma reforçada caixa de madeira, dotada de resistência elétrica, sendo que o substrato é colocado na caixa e deixado por 8 a 10 horas, numa temperatura de 100 a

120°C. O substrato é deixado para esfriar normalmente para ser retirado em seguida. A desvantagem desses dois sistemas é o alto custo dos equipamentos.

Pode-se também adquirir mudas prontas. Já existem diversas firmas especializadas nas diferentes regiões produtoras.

Da emergência até atingirem o tamanho ideal para transplante, as mudas devem receber os tratamentos culturais necessários, principalmente irrigação e controle fitossanitário.

As mudas devem ser transplantadas com 4 a 5 folhas definitivas. Para o transplante no solo as mudas devem ser colocadas no centro do canteiro, previamente umedecido, na mesma profundidade em que se encontrava na bandeja ou copinho. Após o transplante fazer uma ligeira compactação da terra em torno da muda para melhorar o contato da terra com as raízes.

Para o transplante em substrato deve-se abrir um espaço do tamanho do torrão que contém a muda e também fazer uma ligeira compactação. Tanto para o transplante no solo quanto em substrato deve-se fazer uma irrigação leve, logo após o transplante, para permitir um melhor assentamento do solo ao redor das raízes.

O espaçamento a ser utilizado é variável, dependendo principalmente da arquitetura da planta, e do sistema de condução. De um modo geral e para tomateiro de crescimento indeterminado, pode-se usar um espaçamento de 1,0 m entre fileiras e 0,3 a 0,5 m entre plantas para condução com uma haste e 0,5 a 0,6 m entre plantas para condução com duas hastas.

Vários tratos culturais devem ser executados, a fim de proporcionar melhores condições ao desenvolvimento das plantas.

Tutoramento e amarração

O tutoramento deve ser feito na vertical utilizando-se um dos seguintes sistemas:

- Tutoramento com estaca: colocar uma estaca com 2,20 a 2,50m de altura junto a cada planta para nela amarrar a haste à medida que ela for crescendo;
- Tutoramento com cerca: colocar 6 a 7 fios de arame ou fitilho de plástico horizontalmente, distanciados de 30 cm e no sentido da linha de plantio, formando uma cerca, onde as hastes irão sendo amarradas à medida que forem crescendo;
- Tutoramento com fitilho: colocar um suporte rígido ou arame grosso, bem esticado e firme a 2,20 - 2,50 m de altura no sentido da linha de plantio. Amarrar uma das pontas de um fitilho de plástico, de boa qualidade, na haste da planta logo abaixo da segunda ou terceira folha e a outra no suporte (Fig. 3). À medida que a planta for crescendo, enrola-se a haste no fitilho. Este sistema é o mais usado atualmente pois permite o rebaixamento da haste da planta à medida em que ela for crescendo e que os frutos forem sendo colhidos, obtendo-se assim um prolongamento do período de colheita. Com esta operação, a parte inferior da haste, onde já ocorreu a desfolha e a colheita das pencas, fica apoiada no solo, enquanto a parte superior fica na vertical.

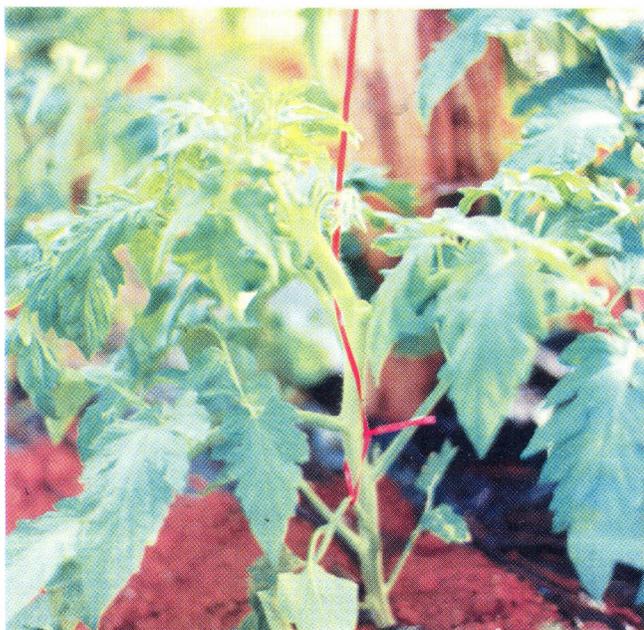


Fig. 3: Tutoramento com fitilho.

Irrigação

A irrigação tanto no cultivo no solo quanto em substrato deve ser por gotejamento. A primeira deve ser feita logo após o transplante com o propósito de facilitar o pegamento das mudas e as demais para manter o nível adequado de umidade durante todo o ciclo da planta.

O excesso de irrigação provoca o crescimento excessivo da planta, o retardamento da maturação dos frutos, remove os nutrientes solúveis, principalmente N e K, para fora do alcance do sistema radicular, induz a queda das flores, favorece a ocorrência de doenças de solo e distúrbios fisiológicos, aumenta os gastos com energia e o desgaste do sistema de irrigação.

As irrigações podem ser facilmente automatizadas com o uso de temporizador (irrigation controller) e válvulas solenóides. O temporizador controla a irrigação usando o tempo de irrigação.

Manejo da irrigação para cultivo no solo

No cultivo em solo o manejo da irrigação por gotejamento pode ser feito com o auxílio de tensiômetros ou por meio do cálculo da evapotranspiração da cultura estimada através da evaporação de um tanque classe A.

Método do tensiômetro: usando tensiômetros para o controle das irrigações, estas devem ser realizadas com as tensões próximas à capacidade de campo. Para solos de textura média (franco argiloso ou franco arenoso) irrigar quando o tensiômetro indicar tensões entre 10 a 15 kPa (0,1 a 0,15 bars), para solos de textura fina (argilosos) entre 15 a 20 kPa (0,15 a 0,2 bars), e para solos de textura grossa (arenosos) entre 5 e 10 kPa (0,05 a 0,10 bars). É recomendável a instalação de 4 tensiômetros por estrutura, dois a 15 cm e dois a 30 cm de profundidade.

A quantidade de água aplicada deve ser ajustada se após 24 horas a tensão de umidade do solo não estiver dentro do intervalo recomendado. Para este ajuste e usando as leituras dos tensiômetros, deve-se proceder da seguinte maneira: a) se a tensão medida pelo tensiômetro instalado a 15 cm de profundidade estiver maior que o nível máximo recomendado (15 kPa para solos francos), aumentar a quantidade de água aplicada; b) Se a tensão da água do solo medida pelo

tensiômetro a 30 cm de profundidade estiver menor que a mínima recomendada (5 kPa para solos francos), reduzir a quantidade de água a ser aplicada.

O tempo de irrigação pode ser calculado usando a seguinte equação:

$$T_i = \frac{600(L_s - L_i).D_s.Z.d_g.d_L.A_m}{Efi.Q_g} = \frac{600(L_s - L_i).D_s.Z.d_g.W}{Efi.Q_g}$$

Onde: T_i é o tempo de irrigação em minutos; L_s é o limite superior de umidade gravimétrica (decimal), que é a máxima umidade que não causa problema de aeração e pode ser obtida de uma curva característica de umidade do solo (umidade a 3 kPa para solos arenosos, a 5 kPa para solos francos e a 10 kPa para solos argilosos); L_i é o limite inferior de umidade gravimétrica, ou seja é a umidade correspondente a tensão de umidade quando se pretende reiniciar as irrigações, já mencionadas anteriormente; D_s é a densidade do solo em g/cm³; Z é a profundidade do perfil de solo a ser irrigado (profundidade do sistema radicular) em cm; d_g é a distância entre os gotejadores em m; d_L é o espaçamento entre as linhas de gotejadores em m; A_m é a fração de área molhada (decimal), W é a faixa ou diâmetro molhado a 30 cm de profundidade em m; Q_g é a vazão do gotejador em l/h e Efi é a eficiência da irrigação por gotejamento, que é variável, mas na maioria dos sistemas bem dimensionados possuem um valor entre 90-95%.

A fração de área molhada a 30 cm abaixo da superfície do solo (A_m) pode ser calculada por $A_m = W / dL$. Onde, dL é a distância entre as linhas de gotejamento e W é a largura da faixa ou diâmetro molhado a 30 cm de profundidade que deve ser determinado localmente, mas para orientação, a maioria dos solos agrícolas tem o valor de W igual a 0,50 m para solos arenosos, de 0,90 para solos francos e 1,10 m para solos argilosos (Keller & Bliesner, 1990).

Método do tanque classe A: para este método, o momento de irrigação pode ser determinado com o uso de tensiômetros como no método anterior ou usar turno de regas fixos, que para o sistema de irrigação por gotejamento deve ser de 1-2 dias.

Para se determinar o tempo e a quantidade de água de irrigação, usando o tanque classe A, há a necessidade de se determinar a evapotranspiração de referência (ET_o), que é calculada multiplicando a evaporação total do tanque classe A (EV_A) no intervalo entre duas irrigações consecutivas pelo Kp do tanque ($ET_o = Kp \times EV_A$). O Kp do tanque depende, principalmente das condições climáticas e local de instalação do tanque, variando a grosso modo de 0,60 a 0,80 para tanques instalados fora das estruturas de proteção. Para condições climáticas de baixa umidade (40%) e alta velocidade do vento (5 m/s) usar o menor

valor. O Kp para outras condições climáticas conforme recomendação da FAO, pode ser encontrado em Manejo da irrigação em hortaliças (Marouelli et alli, 1996). O Kp do tanque é 1,00 ou próximo a este valor para tanques instalados no interior de estufas (Prados et al., 1986).

A evapotranspiração da cultura (ET_c) é calculada multiplicando a evapotranspiração de referência pelo coeficiente da cultura ($ET_c = Kc \times ET_o$). O Kc varia principalmente com a idade da planta, sendo: 0,8 até desenvolvimento dos frutos e rápido crescimento (60-70 dias); 1,2 no período de máximo desenvolvimento e produção (70-120 dias) e, após este período, dependendo das condições do tomateiro, 1,0 até encerrar as irrigações. A duração da fase intermediária e final dependerá grandemente das condições de desenvolvimento e sanidade da cultura.

A evapotranspiração da cultura na irrigação por gotejamento (ET_{cg}) é menor que em outros métodos de irrigação, pois nem toda a superfície do solo é molhada neste sistema, o que significa que há uma perda menor de água por evaporação. Desta maneira a evapotranspiração da cultura (ET_c) neste sistema de irrigação deve ser ajustada para compensar essa menor perda por evaporação, o que pode ser feito usando a relação $ET_{cg} = ET_c \times [0.1(A_s^{1/2})]$, onde A_s é a estimativa da fração de área sombreada pela cultura ao meio dia (decimal).

No manejo da irrigação por gotejamento usando o tanque classe A ou outro método que calcula a ET_{cg} , pode-se utilizar a seguinte equação para calcular o tempo de irrigação:

$$T_i = \frac{60.ET_{cg}.d_g.d_L}{Efi.Q_g}$$

Onde: ET_{cg} é a evapotranspiração entre duas irrigações consecutivas em mm. As demais variáveis conforme já especificado.

Exemplo: Um produtor deseja irrigar uma cultura de tomate já em plena produção (90 dias) dentro de uma estufa plástica. A percentagem de sombreamento da cultura ao meio dia foi estimada em 60%. As irrigações são realizadas de dois em dois dias e a evaporação do tanque classe A, colocado no interior da casa de vegetação nos dois dias anteriores, foi 8 mm. Ele está usando um tubo gotejador com vazão de 1,7 l/h por emissor, o espaçamento entre gotejadores é 0,3 m e entre linhas de 1,0 m. Calcula-se o tempo de irrigação para repor a quantidade de água evapotranspirada no período da seguinte maneira:

1) Primeiro deve-se calcular a ET_c da cultura:

$$ET_c = Kc \times (EV_A \times Kp) = 1,2 \times (8 \times 1) = 9,6$$

$$ET_c = 9,6 \text{ mm}$$

2) Depois a evapotranspiração da cultura para a irrigação por gotejamento, ET_{cg}

$$ET_{cg} = ET_c \times A^{1/2} = 9,6 \times (0,6)^{1/2} = 7,4$$
$$ET_{cg} = 7,4 \text{ mm}$$

3) E finalmente o tempo de irrigação, T_i

$$T_i = (ET_{cg} \times 60)(d_g \times d_c)/(E_{fi} \times Q_g)$$
$$T_i = (7,4 \times 60)(1 \times 0,3)/(0,95 \times 1,7)$$
$$T_i = 82 \text{ minutos}$$

Deve-se portanto irrigar a cultura do exemplo acima por 82 minutos para repor ao solo a água evapotranspirada nos dois dias anteriores.

Manejo da irrigação para cultivo em substrato

No cultivo em substrato a irrigação é também realizada por gotejamento, e usa-se o tanque classe A para o controle das irrigações. É comum o uso de temporizador ("timer") e válvulas solenóides para controlar e automatizar a irrigação neste sistema de cultivo. No entanto, existem sistemas completamente automáticos dotados de sensores de umidade ou mesmo equipamentos que calculam a ET_c em tempo real, controlados por computador.

O tempo de irrigação deve ser ajustado para não ocorrer encharcamento prolongado da camada inferior do substrato no travesseiro ou no canal revestido e permitir uma pequena drenagem (10% a 20%). Esta pequena drenagem é recomendada como garantia da aplicação da quantidade de água correta, para possibilitar a retirada do excesso de nutrientes e evitar a salinização do sistema.

O uso do tensiômetro não é muito recomendável quando se cultiva em substrato tipo perlita, pois pode não ocorrer um bom contato entre a cápsula porosa do tensiômetro e o substrato, condição necessária para um bom funcionamento desse equipamento.

Desbrota

Os brotos devem ser removidos para que a planta cresça com maior vigor e produza frutos maiores. Para conduzir a planta com duas hastes principais deixar o broto do terceiro entrenó e retirar os demais à medida que forem crescendo.

A desbrota não deve ser tardia, pois a eliminação de brotos muito grandes causa ferimentos profundos e extensos, por onde podem penetrar patógenos, principalmente de origem bacteriana.

Desfolha

As folhas localizadas abaixo das pencas colhidas devem ser removidas para diminuir riscos de incidência

de insetos-pragas e doenças e permitir melhor aeração da parte inferior das plantas. As folhas devem ser eliminadas ao começar o processo de senescência, ou quando os frutos da penca imediatamente superior já tiverem sido colhidos. As folhas eliminadas devem ser removidas e queimadas ou enterradas.

Controle de plantas daninhas

Quando se cultiva no solo, todas as plantas daninhas devem ser eliminadas manualmente à medida que forem surgindo na área de cultivo. A prática da cobertura do solo (mulch) com plástico preto ou de dupla cor, preto de um lado e branco do outro, pode evitar esta operação.

Cobertura do Solo com Plástico ("Mulch")

É feito colocando-se um filme de plástico preto ou de dupla cor, preto de um lado e branco do outro, de 0,30 micras, próprio para uso como "mulch". No caso de plástico de dupla cor, o lado preto deve ser voltado para baixo. O solo é coberto antes ou logo após o transplante. O "mulch" evita a evaporação da água do solo e o aparecimento de plantas invasoras.

Adubação de cobertura e fertirrigação

As adubações de cobertura no tomateiro cultivado no solo ou em substrato devem ser realizadas preferencialmente, através da fertirrigação, onde se dissolve os adubos na água de irrigação. Neste caso, as fontes de nutrientes devem ser completamente solúveis. Diversas formulações de adubos NPK, sólidos ou líquidos, estão disponíveis no mercado para uso através da água de irrigação.

Fontes de nitrogênio, potássio e fósforo podem ser adquiridas separadamente, observando a compatibilidade entre os fertilizantes. Deve ser evitada a mistura de adubos fosfatados com os que contenham principalmente Ca e Mg em sua composição pois pode haver formação e precipitação de compostos insolúveis que pode entupir os gotejadores. Por exemplo, não se deve misturar ao mesmo tempo ácido fosfórico e nitrato de cálcio.

As principais fontes de adubo nitrogenados para uso em cultivo protegido são o nitrato de cálcio (7% N), o nitrato de potássio (13% N) e uréia (45% N). As fontes de potássio mais usadas são o nitrato de potássio (36,5% K), o sulfato de potássio (43% K) e o fosfato monopotássico (28% K). O cloreto de potássio (50% K) deve ser usado com restrição, devido à presença do íon cloreto que pode, em altas concentrações, ser tóxico às plantas e provocar a salinização do solo. Todo o nitrogênio e potássio pode ser aplicado em fertirrigação seguindo o esquema da Tabela 4. No entanto, para o plantio em solo existem, na literatura, recomendações para se aplicar 20% dos totais de N e K em pré-plantio.

Tabela 4. Absorção média de nutrientes pela cultura de tomate, para diferentes períodos após o plantio em dias

Período (d.a.p)*	Gramas por planta por dia		% do P Total por dia
	N	K	
1-10	0,005	0,004	0,00
11-20	0,013	0,005	0,12
21-30	0,027	0,005	0,20
31-40	0,045	0,011	0,20
41-50	0,075	0,214	0,53
51-60	0,089	0,214	0,69
61-70	0,093	0,068	0,73
71-80	0,102	0,089	0,78
81-90	0,130	0,214	0,87
91-100	0,220	0,446	1,39
101-110	0,275	0,464	1,56
111-120	0,227	0,293	1,88
121-130	0,004	0,018	0,73
131-150	0,002	0,018	0,16

* d.a.p. – dias após plantio;
Fonte: BAR-YOSEF (1991).

O fósforo (P) pode também ser aplicado através da fertirrigação se a água não for alcalina. Fertirrigando com P e usando água salobra ocorre precipitações de sais no interior das tubulações e o entupimento dos gotejadores. As principais fontes de adubo fosfatado que podem ser usados são o ácido fosfórico (% P variável), o fosfato monopotássico (MKP-23% P), o MAP (61% P) e o DAP (53% P).

Dependendo do tipo de solo pode ocorrer maior ou menor retenção de fósforo. Portanto, é recomendável fazer a adubação fosfatada tendo por base a análise química do solo. Deve-se aplicar 20% a 60% da quantidade total de P recomendada pela análise do solo, como adubação básica, a lançar sobre o canteiro ou em sulcos e incorporada antes do plantio. A fonte para a adubação básica pode ser o superfosfato simples ou o termofosfato enriquecido com boro e zinco. O restante pode ser aplicado através da água de irrigação, conforme a necessidade da cultura (Tabela 4).

Exemplo: Calcular a quantidade de adubo (NPK) a ser aplicado no plantio e em fertirrigações de 2 em 2 dias, em uma cultura de tomateiro com 95 dias de idade. A estufa possui dimensões de 8 x 50 m (400 m²). O espaçamento usado é de 1,0 m entre linhas e 0,50 m entre plantas, com 96 plantas por linha, com um total

de 768 plantas por estufa. A análise química do solo recomenda a aplicação total de 300 kg/ha de P₂O₅. Quarenta por cento (40%) desse total será aplicado na adubação de plantio utilizando o superfosfato simples como fonte. Os outros 60% serão aplicados em fertirrigação utilizando o fosfato monopotássico (KH₂PO₄). A fonte de nitrogênio será o nitrato de amônia, enquanto a fonte de potássio será, além do fosfato monopotássico, o nitrato de potássio.

Cálculos

a) Adubação de plantio

- Recomendação de adubação: 300 kg/ha de P₂O₅.
- N.º de plantas por estufa: 768 (8 linhas x 96 plantas/linha).
- Adubação básica de plantio, 40% do total = 120 kg/ha de P₂O₅;
- Quantidade de fósforo para a estufa:

$$10.000 \text{ m}^2 \Rightarrow 120 \text{ kg/ha de P}_2\text{O}_5$$

$$400 \text{ m}^2 \Rightarrow X$$

$$X = 4,8 \text{ kg de P}_2\text{O}_5/\text{estufa}$$

- Cálculo do superfosfato simples:

$$100 \text{ kg de SS} \Rightarrow 20 \text{ kg de P}_2\text{O}_5$$

$$Y \text{ kg de SS} \Leftarrow 4,8 \text{ kg de P}_2\text{O}_5$$

$$Y = 24 \text{ kg de superfosfato simples/estufa}$$

b) - Cálculo da fertirrigação

1. Fertirrigação com Fósforo

Fonte: fosfato monopotássico (MKP) com 23% de P ou 53% de P₂O₅.

- Quantidade = 60% de 300 kg/ha = 180 kg/ha de P₂O₅;

$$10.000 \text{ m}^2 \Rightarrow 180 \text{ kg/ha de P}_2\text{O}_5$$

$$400 \text{ m}^2 \Rightarrow Z$$

$$Z = 7,2 \text{ kg de P}_2\text{O}_5 \text{ ou } 7.200 \text{ g de P}_2\text{O}_5$$

A necessidade diária de P₂O₅ por planta com 95 dias de idade é 1,39% do P total por dia (Tabela 4). A necessidade de P₂O₅ para dois dias é:

$$\text{P}_2\text{O}_5 = 7.200 \text{ g de P}_2\text{O}_5 \times 0,0139\text{g/dia} \times 2\text{dias}$$

$$\text{P}_2\text{O}_5 = 200,16 \text{ g de P}_2\text{O}_5$$

Cálculo da quantidade de fosfato monopotássico:

$$\begin{aligned} 100 \text{ g de MKP} &\Rightarrow 53 \text{ g de } P_2O_5 \\ P \text{ g de MKP} &\Leftarrow 200,16 \text{ g de } P_2O_5 \\ P &= 378 \text{ g de fosfato monopotássico/estufa/2 dias} \end{aligned}$$

2. Fertirrigação com Potássio

- Fonte: fosfato monopotássico (28% K) e nitrato de potássio (36,5%K).
- Necessidade = 0,446 g de K por planta por dia (Tabela 4).
- Quantidade total de K necessário para 768 plantas em dois dias:

$$K = 768 \text{ plantas} \times 0,446 \text{ g/planta/dia} \times 2 \text{ dias} = 685 \text{ g de K}$$

- Quantidade de K fornecido por 378 g de fosfato monopotássico:

$$\begin{aligned} 100 \text{ g de MKP} &\Rightarrow 28 \text{ g de K} \\ 378 \text{ g de MKP} &\Rightarrow X \text{ g de K} \\ X &= 106 \text{ g de K} \end{aligned}$$

- Quantidade de K a ser fornecida pelo nitrato de potássio, que é a diferença entre a necessidade e a quantidade fornecida pelo MKP:

$$685 \text{ g (total)} - 106 \text{ g (MKP)} = 579 \text{ g de K}$$

- Cálculo do nitrato de potássio:

$$\begin{aligned} 100 \text{ g de nitrato de K} &\Rightarrow 36,5 \text{ g de K} \\ Y \text{ g de nitrato de K} &\Leftarrow 579 \text{ g de K} \\ Y &= 1.586 \text{ g de nitrato de potássio/estufa/2 dias} \end{aligned}$$

3. Fertirrigação com Nitrogênio

- Fonte: nitrato de potássio (13% N) e nitrato de amônia (33,5% N).
- Necessidade: 0,22 g N por planta por dia (Tabela 4).
- Quantidade total de N necessário para 768 plantas em dois dias:

$$N = 768 \text{ plantas} \times 0,22 \text{ g/planta/dia} \times 2 \text{ dias} = 338 \text{ g de N}$$

- Quantidade de N fornecido por 1.586 g de nitrato de potássio:

$$\begin{aligned} 100 \text{ g de nitrato de K} &\Rightarrow 13 \text{ g de N} \\ 1.586 \text{ g de nitrato de K} &\Rightarrow X \text{ g de N} \\ X &= 206 \text{ g de N} \end{aligned}$$

- Quantidade de N a ser fornecida pelo nitrato de amônia:
A quantidade de N a ser fornecida pelo nitrato de amônia é a diferença entre a necessidade e a quantidade fornecida pelo nitrato de potássio:

$$338 \text{ g (total)} - 206 \text{ g (nitrato K)} = 132 \text{ g de N}$$

- Cálculo do nitrato de amônia:

$$\begin{aligned} 100 \text{ g de nitrato de amônia} &\Rightarrow 33,5 \text{ g de N} \\ Y \text{ g de nitrato de amônia} &\Leftarrow 132 \text{ g de N} \\ Y &= 394 \text{ g de nitrato de amônia/estufa/2 dias} \end{aligned}$$

Desta maneira, deve-se realizar uma adubação básica com 24 kg de superfosfato simples e aos 95 dias de idade fazer fertirrigação, com 378 g de fosfato monopotássico, 1.586 g de nitrato de potássio e 394 g de nitrato de amônia. Este cálculo deve ser realizado para todo evento de fertirrigação.

No caso de não se utilizar a fertirrigação e para plantio em solo, as adubações de cobertura com nitrogênio e com potássio podem ser feitas distribuindo-se os adubos sobre a terra na base de 20 g de adubo nitrogenado e de 10 g de adubo potássico por vez, a intervalos de 25 a 30 dias, a partir do florescimento.

Para cultivos em substratos, todos os nutrientes, inclusive os micronutrientes, podem ser fornecidos para a planta através da fertirrigação. A melhor maneira para se fazer a adubação em substrato é através de solução nutritiva que pode ser injetada no sistema toda vez que se fizer a irrigação. Neste caso, é necessário um sistema injetor de solução nutritiva. Nas tabelas 5 e 6, são apresentadas algumas formulações de solução nutritiva para o cultivo do tomateiro. A tabela 5 apresenta dois tipos de misturas "A" e "B", que não devem ser misturadas, mas injetadas diretamente na água de irrigação. Elas não devem ser misturadas para evitar a formação de sais que podem precipitar e obstruir os gotejadores. A mistura "A" contém também uma solução de micronutrientes que é preparada seguindo o esquema da tabela 6.

Tabela 5. Solução nutritiva para o tomate cultivado em substrato ou em hidroponia

Fertilizante	Transplante ao 1º cacho	1º ao 2º cacho	2º ao 3º cacho	3º ao 5º cacho	5º cacho ao Final
Mistura A – quantidades para 100 litros da solução final					
Fosfato Monopotássico (g)	22	22	22	22	22
Nitrato de Potássio (g)	16	16	20	20	32
Sulfato de Magnésio (g)	40	40	40	48	48
Cloreto de Potássio (g)	0	0	4	4	4
Solução de Micronutrientes (l)	1	1	1	1	1
Mistura B – quantidades para 100 litros da solução final					
Nitrato de Cálcio (g)	30	42	51	63	63
Ferro Quelatizado (6%) (g)	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7

Fonte: HOCHMUTH (1995).

Tabela 6. Quantidade de fertilizantes para preparar 100 litros da solução de micronutrientes para a mistura A

Fertilizantes	Quantidade g/100l de solução
Sulfato de Manganês (25%Mn)	32
Solubor (20%B) ou Bórax (11%B)	35
Sulfato de Cobre (25%Cu)	7
Sulfato de Zinco (23%Zn)	8
Molibdato de Sódio (39%Mo)	1,3

Fonte: HOCHMUTH (1995).

Monitoramento das plantas e do ambiente

Fazer o monitoramento diário das plantas para detectar possíveis ocorrências de insetos-pragas, doenças, deficiências nutricionais ou fisiológicas, tomando-se as medidas corretivas necessárias.

Pelo menos em uma das estruturas deve ser instalado um termômetro de máxima e mínima e um higrômetro para monitorar, respectivamente, as variações das temperaturas e a umidade relativa do ar.

Em caso de elevação da temperatura, eliminar o ar interno aquecido abrindo-se as laterais para promover uma melhor ventilação, usando nebulizadores, ou aspergindo-se água sobre o plástico superior da estrutura. Em caso de baixas temperaturas deve-se

fechar as laterais para manter o ar aquecido, ou mesmo promover o aquecimento artificial da estufa.

Baixa umidade relativa do ar no interior das estruturas de proteção é de ocorrência menos freqüente, e se não excessiva, é condição desejável para a condução da cultura de tomateiro, pois diminui a incidência de doenças. A própria transpiração das plantas promove o aumento da umidade do ar no interior das estufas, e se necessário a nebulização ou a microaspersão são práticas que aumentam a umidade do ar. Alta umidade relativa do ar é de controle bem mais difícil, principalmente quando associada com alta temperatura, pois os desumidificadores não são eficientes e de custos bastante elevados.

Controle de deficiências nutricionais

Ocorrendo deficiência de cálcio deve ser identificada a causa para eliminá-la, e fazer aplicações corretivas, via foliar, de uma solução de cloreto de cálcio a 1,5%. No caso de deficiência de magnésio, aplicar, via foliar, sulfato de magnésio a 0,5%.

A deficiência de outros nutrientes pode ocorrer, principalmente micronutrientes como boro e zinco que são preventivamente controlados por aplicações de termofosfato com esses elementos, ou a adição de 20 kg/ha de bórax e de sulfato de zinco na adubação de plantio. As soluções nutritivas contêm esses e outros micronutrientes, portanto deficiências não devem ocorrer quando se usa fertirrigação com solução nutritiva. Sintomas de deficiências dos principais nutrientes e seu controle são encontradas em "Cultivo

do tomateiro”, publicação da Embrapa Hortaliças já referenciada.

Desbaste de frutos

A eliminação do excesso de frutos deve ser feita somente para as cultivares do grupo salada ou caqui, deixando-se 3 a 4 frutos por cacho. Eliminar os frutos defeituosos e menos desenvolvidos. Nos últimos cachos deve-se deixar um menor número de frutos. Recomenda-se deixar dois ou três frutos por cacho.

Capação

É a operação da retirada do broto terminal da haste principal. É feita com o objetivo de reduzir o porte da planta favorecendo o desenvolvimento dos frutos em formação nas pencas superiores. A capação deve ser feita acima da 8ª a 10ª penca, ou quando as plantas atingirem a altura da estaca, ou o último fio de arame. No entanto com tomateiro bem nutrido, pode-se chegar até a 13ª penca. No caso de tomate hidropônico pode-se chegar até a 40ª penca.

DOENÇAS DO TOMATEIRO EM CULTIVO PROTEGIDO

Carlos Alberto Lopes

À semelhança do cultivo sem proteção, o controle racional de insetos-pragas e doenças constitui-se em importante desafio para a cultura do tomateiro sob cultivo protegido.

No caso de doenças, as instruções para seu diagnóstico e controle encontram-se na publicação “Doenças do tomateiro” (Lopes e Santos, 1994) e “Cultivo de tomate” (Makishima e Miranda, 1995), publicadas pela Embrapa Hortaliças. Entretanto, o cultivo protegido requer especial atenção para algumas delas, em virtude do ambiente em questão apresentar peculiaridades relacionadas principalmente à dificuldade de rotação de culturas e ausência de molhamento foliar.

A dificuldade de se fazer rotação de culturas com gramíneas, conforme recomendado para culturas a céu aberto, resulta na contaminação ano-a-ano por patógenos de solo, tais como bactérias, fungos e nematóides. Estes patógenos são de controle químico muito difícil, a não ser pela fumigação do solo com o brometo de metila, produto que, por razões ambientais, não estará disponível no mercado dentro de poucos anos. Como alternativa ao controle químico, recomenda-se observar uma série de medidas preventivas, tais como plantio de cultivares resistentes, manejo adequado da água de irrigação, escolha de solos bem drenados, espaçamento que permita arejamento entre as plantas, uso de matéria orgânica (principalmente para o controle de nematóides), uso de sementes e mudas de boa qualidade e rotação de culturas com espécies não suscetíveis a doenças do tomateiro.

Dentre as doenças de solo mais comuns, destacam-se as murchas provocadas por *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersicy*, *Verticillium dahliae* (V. *albo-atrum*), os nematóides de galhas (*Meloidogyne* spp.), a murcha-

bacteriana (*Ralstonia solanacearum*), a murcha-de-esclerócio (*Sclerotium rolfsii*), a podridão-de-esclerotínia (*Sclerotinia sclerotiorum*). As três primeiras são controladas efetivamente com o uso de cultivares resistentes. As demais podem causar perdas consideráveis e inviabilizar a área para novos plantios principalmente se houver um manejo inadequado da água, principalmente excesso de irrigação. O manejo correto da irrigação está descrito no item 7.2. A presença de “mulch” preto pode manter a temperatura e a umidade muito altas, favorecendo a ocorrência da murcha-bacteriana.

As doenças da parte aérea são normalmente de mais fácil controle em ambiente protegido, pois os fungicidas não são lavados após a aplicação pela chuva ou pela água de irrigação por aspersão. Entretanto, doenças pouco comuns em cultivos convencionais podem se tornar sérias em cultivo protegido, como acontece com o oídio (*Erysiphe cichoracearum* e *Leveillula taurica*) e com a mancha-de-cladospório (*Fulvia fulva*). Nestes casos, o uso de fungicidas, registrados para a cultura e aplicados de maneira correta, podem tornar-se indispensáveis. Plantios de verão são sujeitos ao ataque do talo-oco (*Erwinia* spp.) que normalmente provoca a morte da planta. Como a bactéria penetra por ferimentos, deve ser feito cuidadoso controle de insetos mastigadores (lagartas) e as desbrotas devem ser feitas no momento correto, para não provocar grandes portas de entrada para o patógeno. A boa ventilação da estrutura reduz a ocorrência de várias doenças foliares, tais como a requeima (*Phytophthora infestans*), a pinta preta (*Alternaria solani*), a septoriose (*Septoria lycopersicy*), a mancha-bacteriana (*Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria*) e o talo-oco.

As pragas que ocorrem em cultivo protegido são as mesmas que ocorrem em lavouras a campo, e estão relacionadas e comentadas nas publicações da Embrapa Hortaliças: Cultivo do tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) e Cultivo do tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) para industrialização (Silva et alli, 1994). No entanto, o microclima diferenciado (quente e ausência de molhamento foliar), que é encontrado sob as estufas de plástico, tem favorecido o estabelecimento de populações de insetos, que podem causar prejuízos econômicos, se não forem adequadamente controladas.

As principais pragas que ocorrem no tomate sob cultivo protegido são:

Pulgões: *Myzus persicae* e *Macrosiphun euphorbiae* - ocorrem durante todo o ciclo da cultura, mas o período crítico é durante a fase de sementeira até os 30 dias após o transplante. A amostragem recomendada é procurar a presença das colônias na face inferior da folha.

Ácaros: *Tetranychus* spp. (ácaros rajado e vermelho) - são quase invisíveis a olho nu. Vivem na página inferior das folhas, onde tecem teias. Ocorrem mais no final do ciclo da cultura. Para identificação da presença de ácaros, observar a presença de clorose e teias na face inferior das folhas.

Tripes: *Frankliniella schulzei* - ocorrem em todo o ciclo da cultura, mas o período crítico é até os 60 dias após a semeadura. Para a amostragem, procurar pelas

colônias na face inferior das folhas, no interior das flores, nos botões florais e nos brotos.

Traça-do-tomateiro: *Tuta absoluta* - ocorre durante todo o ciclo da cultura, sendo o período crítico a fase de formação dos frutos. Para a amostragem, procurar ovos e larvas nas folhas e flores do terço superior da planta e avaliar visualmente a porcentagem de dano.

Minador-de-folhas: *Liriomyza* spp. - ocorrem durante todo o ciclo do tomateiro, sendo mais crítico no início do florescimento e frutificação. A amostragem é feita observando-se o número de minas nas folhas.

Mosca-branca: *Bemisia argentifolii* e *Tetraleuroides vaporariorum* - ocorrem durante todo o ciclo da cultura, mas o período mais crítico é nos primeiros 45 dias após o transplante. Amostragem procurando pelas colônias na face inferior das folhas.

Para o controle dessas pragas recomenda-se a utilização, sempre que possível, do Manejo Integrado de Pragas. O Controle Químico deve ser usado de maneira racional, pois o uso indiscriminado de produtos químicos favorece o aumento populacional das pragas, principalmente de ácaros e do minador-de-folhas. Utilizar apenas produtos registrados para a cultura, nas dosagens recomendadas pelo fabricante e alternar o uso de princípios ativos, de maneira a retardar o aparecimento de insetos resistentes.

Como controle físico, recomenda-se a utilização de armadilhas amarelas com cola ou óleo. A cor amarela atrai pulgões, minador-de-folhas e mosca-branca.

COLHEITA E PREPARO DO PRODUTO

Nozomu Makishima
Osmar Alves Carrijo

Aos 80 a 100 dias do transplante, os primeiros frutos poderão estar em condições de serem colhidos. O ponto de colheita, nos tomates tipos Santa Cruz e salada, é reconhecido pela mudança da cor no ápice do fruto e pelo aspecto gelatinoso da placenta que envolve as sementes. A colheita deve ser feita antes que o fruto esteja completamente maduro. Para os tomates do tipo extra-firme e longa-vida o produtor deverá consultar as

companhias de sementes ou as companhias fornecedoras de insumos a respeito do ponto ideal de colheita de cada cultivar.

Para colheita do tomate, deve-se usar um avental de pano para colocar os frutos colhidos. Para o transporte dos frutos, da estrutura de proteção até o galpão de seleção e embalagem, os frutos colhidos no avental devem ser colocados com cuidado, em

recipientes apropriados para o transporte até o galpão, que podem ser caixas de madeira ou engradados de plástico. O transporte das caixas e/ou engradados deve ser feito com cuidado, para evitar impactos.

No galpão, os frutos deverão ser colocados em um tabuleiro, de preferência forrado com pano, para serem limpos, selecionados, classificados e embalados. A limpeza deverá ser feita com pano, ou até mesmo lavando para eliminar a sujeira que possa estar aderida aos frutos. A seleção é feita eliminando-se os frutos sem qualidade para comercialização, deformados, com danos causados por pragas e doenças e fora do estágio correto de maturação. Uma vez selecionados faz-se a classificação por tamanho. O acondicionamento dos

frutos deverá ser feito por estágio de maturação e tamanho (Fig. 4).

Para a comercialização no atacado, o acondicionamento do tomate do grupo Santa Cruz é feito em caixa de madeira (K) e para o do grupo salada usa-se caixa de papelão ou a própria caixa K. O tomate longavida e do grupo cereja devem ser embalados em bandejas de isopor ou caixas de papelão de baixa altura para evitar o amassamento.

Carimbo ou rótulo na embalagem deve permitir a identificação do produto e produtor. As normas para a classificação do tomate para comercialização no mercado interno são fixadas pelo Ministério da Agricultura, que são as mesmas para exportação para os países do MERCOSUL.



Fig. 4: Aspectos da colheita e preparo do produto: ponto de colheita, seleção, classificação e acondicionamento em caixas de madeira.

CUIDADOS COM AS INSTALAÇÕES NO PÓS-COLHEITA

Nozomu Makishima
Osmar Alves Carrijo

Terminada a colheita, os restos culturais devem ser eliminados e os materiais que serão reaproveitados (estacas, arames etc.) devem ser desinfetados e desinfestados para nova utilização. Para isso pode ser usado uma solução com hipoclorito a 1%. Possíveis danos na estrutura, no plástico ou na tela devem ser sanados.

No caso do cultivo no solo, deve ser feita a rotação com espécies de outra família como por exemplo brássicas, gramíneas, etc. Deve ser evitado o pepino,

que é muito susceptível a nematóides, fungos e bactérias que atacam também o tomateiro.

O substrato tipo perlita, lã de rocha, etc. só deverá ser reutilizado após a desinfecção ou uma lavagem com solução de hipoclorito a 1% e logo após uma rigorosa lavagem com água pura. Os substratos orgânicos e mistos devem ser preferencialmente esterilizados antes da reutilização, usando o mesmo procedimento descrito para o substrato das mudas.

COEFICIENTES TÉCNICOS E PREVISÃO DE RESULTADOS

Nozomu Makishima
Osmar Alves Carrijo

Tabela 7. Coeficientes técnicos para uma estrutura de proteção de 400 m²

Descrição	Unidade	Quantidade	Custo (R\$)
1 - Insumos			
Calcário dolomítico	kg	120	22,00
Esterco de galinha	kg	400	16,00
Adubo 4-14-8 p/plantio	kg	200	100,00
Adubo para cobertura	kg	250	125,00
Substrato para mudas	kg	25	7,00
Sementes	g	5	30,00
Inseticidas	litro	2	20,00
Fungicidas	kg	4	48,00
Energia	-	-	200,00
Subtotal			568,00
2 - Outros Materiais			
Bandeja de isopor	Unidade	10	40,00
Moirões de 2,50 m	Unidade	16	80,00
Estaca de bambu de 2,50 m	Unidade	200	14,00
Arame liso n° 12	kg	8	24,00
Barbante de fitilho	Rolo	3	15,00
Caixa K	Unidade	400	400,00
Subtotal			573,00
3 - Serviços			
Preparo de solo (trator)	H/m	6	60,00
Preparo de solo (manual)	d/tb	1	9,00
Produção de mudas	d/tb	2	18,00
Transplante	d/tb	1	9,00
Tratos culturais	d/tb	30	270,00
Colheita e acondicionamento	d/tr	30	270,00
Transporte de insumos/produtos	-	-	200,00
Subtotal			836,00
Total			1.977,00

Tabela 8. Previsão de resultados em uma estrutura de proteção de 400 m²

RESULTADOS OPERACIONAIS		
DESCRIÇÃO	kg	R\$
Total dos custos variáveis	-	1.977,00
Produção	8.800	-
Custos médios por kg	-	0,22
Cotação média por kg	-	0,30
Receita bruta	-	2.640,00
Margem bruta	-	663,00
Relação benefício/custo	-	1,34
Ponto de nivelamento da produção	6.590	-

COLABORADORES

Carlos Alberto Lopes, Eng. Agrônomo, Ph.D. Fitopatologia.

Geni Litvin Villas Bôas, Eng. Agrônoma, M.Sc. Entomologia.

Neville Viana Barbosa dos Reis, Eng. Agrônomo, M.Sc. Agrometeorologia.

Nozomu Makishima, Eng. Agrônomo, M.Sc. Fitotecnia.

Osmar Alves Carrijo, Eng. Agrônomo, Ph.D. Irrigação.

LITERATURA CONSULTADA

ALLEN, R.A.; SMITH, M.; PRUIT, W.O.; PEREIRA, L.S. Modifications to FAO crop coefficient approach. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON EVAPOTRANSPIRATION AND IRRIGATION SCHEDULING, 1996, San Antonio. **Proceedings...** San Antonio: ASAE/IA/ICID, 1996. p.124-132.

BAR-YOSEF, B. Fertilization under drip irrigation. In: PALGRAVE, D.A., ed. **Fluid fertilizer science and technology**. New York: M. Dekker, 1991. 633p.

CARRIJO, O.A.; OLIVEIRA, C.A.S. **Irrigação de hortaliças em solos cultivados sob proteção de plástico**. Brasília: EMBRAPA-CNPB, 1997. 20p. (EMBRAPA-CNPB. Circular Técnica da Embrapa Hortaliças, 10).

CASTELANE, P.D.; ARAÚJO, J.A.C. **Cultivo sem solo: hidroponia**. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, 1995. 44p.

FRANÇA, F.H.; VILLAS BÔAS, G.L. **Artrópodes associados com hortaliças cultivadas sob proteção**. Brasília: EMBRAPA-CNPB, 1995. 4p.

HOCHMUTH, G. **Florida greenhouse vegetable production handbook**. Florida: University of Florida, 1995. 98p. (University of Florida. Circular, SP-48).

JONES JUNIOR, J.B. **Hydroponics: practical guide for the soilless grower**. Boca Raton: St. Lucie, 1997. 230p.

KELLER, J.; BLIESNER, R.D. **Sprinkle and trickle irrigation**. New York: N. Reinhold, 1990. 652p.

LOPES, C.A.; SANTOS, J.R.M. **Doenças do tomateiro**. Brasília: EMBRAPA-SPI/EMBRAPA-CNPB, 1994. 67p.

- LOPES, M.C.; STRIPARI, P.C. A cultura do tomateiro. In: GOTO, R.; TRIVELLI, S. W., org. **Produção de hortaliças em ambiente protegido: condições tropicais**. São Paulo: UNESP, 1998. p.257-304.
- MAKISHIMA, N.; MIRANDA, J.E.C., ed. **Cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum Mill.*)**. Brasília: EMBRAPA-CNPH, 1995. 24p. (EMBRAPA-CNPH. Instruções Técnicas da Embrapa Hortaliças, 11).
- MARQUELLI, W.A.; SILVA, W.L.C.; SILVA, H.R. **Manejo da irrigação em hortaliças**. Brasília, EMBRAPA-SPI/EMBRAPA-CNPH, 1996. 72p.
- OLIVEIRA, C.A.S.; CARRIJO, O.A.; SILVA, H.R. Irrigação em ambiente protegido. In: FORO INTERNACIONAL DE CULTIVO PROTEGIDO, 1997, Botucatu, SP. **Anais...** Botucatu: UNESP/SOB/FAPESP, 1997. p.96-128.
- PRADOS, N.C.; CAMACHO, J.I.M.; CASTILLO, F.B.; GONZÁLES, M.J.; GUTIERREZ DE RAVÉ, E.; RAYA, A.M. CASTIEL, E.F. **Necessidades de riego en los invernaderos de Almería**. Província de Almería: Caja Rural, 1986. 12p.
- REIS, N.V.B. **Produção de hortaliças com o uso de agrofilmes**. Brasília: EMBRAPA-CNPH, 1994. 17p. (Apostila técnica).
- SILVA, J.B.C. da; GIORDANO, L.B.; BOITEUX, L.S.; LOPES, C.A.; FRANÇA, F.H.; SANTOS, J.R.M. dos; FURUMOTO, O; FONTES, R.R.; MARQUELLI, W.A.; NASCIMENTO, W.M.; SILVA, W.L.C.; PEREIRA, W. **Cultivo do tomate (*Lycopersicon esculentum Mill.*) para industrialização**. Brasília: EMBRAPA-CNPH, 1994. 33p. (EMBRAPA-CNPH. Instruções Técnicas, 12).
- SILVA, W.L.C.; MARQUELLI, W.A. Manejo da irrigação em hortaliças no campo e em ambientes protegidos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 27., 1998, Poços de Caldas, MG. **Anais...** Poços de Caldas: SBEA, 1998. p.311-348.
- VILLAS BÔAS, G.L. **Manejo integrado de pragas do tomate**. Araras: Universidade Federal de São Carlos, 1996. 30p. Monografia apresentada na disciplina: Manejo e Entomofauna de Agroecossistemas (ERN.727) do curso de doutorado.

PUBLICAÇÕES DO CENTRO NACIONAL DE PESQUISA DE HORTALIÇAS

SÉRIE INSTRUÇÕES TÉCNICAS

- Cultivo da Ervilha;
- Cultivo do Alho;
- Tratamento de sementes de hortaliças para controle de doenças;
- Cultivo do Chuchu;
- Cultivo de Hortaliças;
- Cultivo da Batata-doce;
- Cultivo da Batata;
- Cultivo da Lentilha;
- Cultivo da Mandioquinha-salsa;
- Cultivo do Tomate;
- Cultivo do Tomate para Industrialização;
- Cultivo da Cenoura;
- Cultivo do Grão-de-bico;
- Cultivo da Berinjela.

SÉRIE CIRCULAR TÉCNICA

- Manejo de plantas daninhas em hortaliças;
- Manejo da cultura da batata para o controle de doenças;
- Determinação da condutividade hidráulica e da curva de retenção de água no solo com método simples de campo;
- Manejo integrado das doenças da batata;
- O controle biológico de pragas e sua aplicação em cultivos de hortaliças;
- Manejo integrado da mosca branca *Bemisia argentifolii*;
- Irrigação de hortaliças em solos cultivados sob proteção de plásticos;
- Seleção de sistemas de irrigação para hortaliças;
- Produção de sementes híbridas de abóbora do tipo tetsukabuto;
- Cultivo protegido do tomateiro;
- Doenças da alface;
- Prevenção e controle da tiririca em áreas cultivadas com hortaliças.

SÉRIE DOCUMENTOS (LIVROS)

- Anais do seminário sobre a cultura da batata-doce;
- Diagnose de desordens nutricionais em hortaliças;
- Índice de patógenos de sementes de hortaliças não detectadas no Brasil;
- Protótipos de equipamentos para produção de hortaliças;
- Doenças da ervilha;
- Anais do Seminário Internacional sobre Qualidade de hortaliças e frutas frescas;
- Doenças do tomateiro;
- Doenças bacterianas de hortaliças;
- Manejo da irrigação em hortaliças;
- Impactos socioeconômicos da pesquisa de cenoura no Brasil;
- Manipulação e comercialização de hortaliças;
- Manejo cultural da mandioquinha-salsa.

SÉRIE COMUNICADO TÉCNICO

- Besouro do Colorado;
- Processamento mínimo de hortaliças;
- Manejo da água do solo no cultivo da batata;
- Traça das crucíferas;
- Aspecto sanitário da água para fins de irrigação;
- Multiplicação, caracterização e conservação de germoplasma de tomate;
- Sistema para desinfestar substratos para produção de mudas, utilizando-se vapor de água;
- Podridões-moles das hortaliças causadas por bactérias;
- Prevenção e controle da parasita *Cuscuta* em áreas cultivadas com hortaliças;
- Utilização de sementes peletizadas.

Pedidos de publicações poderão ser feitos por vale postal ou cheque nominal à Embrapa Hortaliças, no valor total da aquisição, enviados para o seguinte endereço: Área de Vendas - Caixa Postal 218, CEP: 70359-970, Brasília-DF.

Serão também atendidos pedidos feitos por telefone ou fax mediante depósito bancário antecipado no valor do pedido mais despesas de envio. Maiores informações pelo telefone: (061) 385-9009 ou pelo fax: (061) 556-2384 ou 556-5744.

O Centro Nacional de Pesquisa de Hortaliças da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, órgão vinculado ao Ministério da Agricultura e do Abastecimento, foi criado em 1981 com o objetivo de pesquisar e apoiar o desenvolvimento de tecnologias de cultivo de hortaliças para diversas regiões brasileiras. Sua missão é executar, promover e articular atividades científicas e tecnológicas para o desenvolvimento do Sistema Produtivo de Hortaliças no Brasil. Conta com uma equipe técnica de 50 pesquisadores, atuando principalmente nas áreas de: Melhoramento Genético, Fitopatologia, Entomologia, Fitotecnia, Biotecnologia, Solos e Nutrição de Plantas, Tecnologia Pós-Colheita, Irrigação, Tecnologia de Sementes e Difusão de Tecnologia.

Localizado em Brasília, dispõe de um campo experimental de 115 hectares irrigáveis e área construída de 22.000 m², incluindo laboratórios, casas-de-vegetação, telados, câmaras frias, unidade de beneficiamento de sementes, biblioteca, auditório, salas de aula e outras instalações de apoio.

O Centro Nacional de Pesquisa de Hortaliças mantém convênios com instituições públicas e privadas, nacionais e internacionais, constituindo-se em um centro de referência na pesquisa de hortaliças.

A série Circular Técnica da Embrapa Hortaliças é destinada a agentes de fomento, assistência técnica, extensão rural, produtores rurais, estudantes, professores, pesquisadores, editores de revistas de informação rural e outras pessoas interessadas no assunto.

Chefe Geral: Ruy Rezende Fontes

Chefe Adjunto de Pesquisa e Desenvolvimento: José Amauri Buso

Chefe Adjunto de Comunicação, Negócios e Apoio: Washington Luiz de Carvalho e Silva

Chefe Adjunto Administrativo: Domingos Alfredo de Oliveira

Tratamento Editorial:

Área de Comunicação e Negócios Tecnológicos

Dione Melo da Silva

1ª Impressão - Dezembro/98
Tiragem: 3.000 exemplares



*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Centro Nacional de Pesquisa de Hortaliças
Ministério da Agricultura e do Abastecimento
Km 09 - BR 060 - Caixa Postal: 218 - CEP: 70359-970
Fone: (061) 385-9000 - Fax: (061) 556-5744 e 556-2384
e-mail: cnph@cnph.embrapa.br
www.cnph.embrapa.br*