

OLERICULTURA



**CULTIVO DE MINITOMATES
EM AMBIENTE PROTEGIDO**

SISTEMA FAEP



**RAFAEL CAMPAGNOL
SIMONE DA COSTA MELLO
PAULO CESAR TAVARES DE MELO
KEIGO MINAMI**

**CULTIVO DE MINITOMATES
EM AMBIENTE PROTEGIDO**



2017

Depósito legal na CENAGRI, conforme Portaria Interministerial n. 164, datada de 22 de julho de 1994, e junto à Fundação Biblioteca Nacional e Senar-PR.

Autor: Rafael Campagnol, Simone da Costa Mello, Paulo César Tavares de Mello, Keigo Minami
Coordenação técnica: Vanessa Reinhart CREA-PR 122367/D e Luis Guilherme Paraná Barbosa Lemes
Revisão técnica e final: CEDITEC/ SENAR-PR
Coordenação metodológica: Patrícia Lupion Torres
Normalização: Rita de Cássia Teixeira Gusso – CRB 9. /647
Coordenação gráfica: Adilson Kussem
Diagramação: Sincronia Design
Capa: Adilson Kussem
Fotos: Rafael Campagnol e Gustavo Nunes Scariot

Catálogo no Centro de Editoração, Documentação
e Informação Técnica do SENAR-PR.

Campagnol, Rafael et al.

Cultivo de minitomates em ambiente protegido / Rafael Campagnol ; Simone da Costa [e] Luís Guilherme Paraná Barbosa Lemes. – Curitiba : SENAR-PR., 2016. – 92 p.

ISBN 978-85-7565-151-3

1. Olericultura. 2. Gestão de custos. 3. Agricultura. I. Lemes, Luís Guilherme Paraná Barbosa. I. Título.

CDD630
CDU633.883

Nenhuma parte desta publicação poderá ser reproduzida, por qualquer meio,
sem a autorização do editor.

IMPRESSO NO BRASIL – DISTRIBUIÇÃO GRATUITA



APRESENTAÇÃO

O SENAR Nacional – Serviço Nacional de Aprendizagem Rural – é uma instituição prevista na Constituição Federal e criada pela Lei no 8.315, de 23/12/1991. Tem como objetivo a formação profissional e a promoção social do homem do campo para que ele melhore o resultado do seu trabalho e com isso aumente sua renda e a sua condição social.

No Paraná, o SENAR é administrado pela Federação da Agricultura do Estado do Paraná – FAEP – e vem respondendo por amplo e diversificado programa de treinamento.

Todos os cursos ministrados por intermédio do SENAR são coordenados pelos Sindicatos Rurais e contam com a colaboração de outras instituições governamentais e particulares, Prefeituras Municipais, cooperativas e empresas privadas.

O material didático de cada curso levado pelo SENAR é preparado de forma criteriosa e exclusiva para seu público-alvo, a exemplo deste manual. O intuito não é outro senão o de assegurar que os benefícios dos treinamentos se consolidem e se estendam. Afinal, quanto maior o número de trabalhadores e produtores rurais qualificados, melhor será o resultado para a economia e para a sociedade em geral.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	7
1 EXIGÊNCIAS CLIMÁTICAS.....	9
2 GRUPOS VARIETAIS	11
3 CULTIVO PROTEGIDO.....	17
3.1 LOCAL DE INSTALAÇÃO DA ESTUFA.....	17
3.2 MODELOS DE ESTUFAS AGRÍCOLAS.....	18
4 PRODUÇÃO DE MUDAS.....	21
5 SISTEMAS DE CULTIVO	25
5.1 CULTIVO SEM SOLO.....	25
5.2 DISTRIBUIÇÃO DAS PLANTAS.....	27
5.3 SISTEMAS DE CONDUÇÃO DAS PLANTAS E TUTORAMENTO.....	28
6 PRÁTICAS CULTURAIS	31
7 MANEJO DA IRRIGAÇÃO E FERTIRRIGAÇÃO.....	35
8 MANEJO NUTRICIONAL.....	37
9 USO DA ILUMINAÇÃO ARTIFICIAL	41
10 CONTROLE FITOSSANITÁRIO	45
11 COLHEITA.....	47
12 PROCESSAMENTO E CLASSIFICAÇÃO.....	49
13 PÓS-COLHEITA	51
14 COMERCIALIZAÇÃO	53
REFERÊNCIAS	55



INTRODUÇÃO

O tomateiro (*Solanum lycopersicum* L.) pertence à família Solanaceae, tendo como centro de origem a região ocidental da América do Sul, abrangendo do norte do Chile ao sul da Colômbia e costa do Pacífico, incluindo as Ilhas Galápagos até as encostas orientais da Cordilheira dos Andes. As espécies selvagens aparentadas do tomateiro encontram-se dispersas nessa área em habitats que variam desde o nível do mar até os altiplanos andinos, com altitude superior a 3.300 m. O provável centro de domesticação da espécie é o México, de onde foi levado para a Europa e se difundiu pelo resto do mundo (MELO, 2017).

A planta do tomateiro é herbácea, de caule flexível, podendo ser de hábito de crescimento indeterminado ou determinado. Nas cultivares de crescimento indeterminado, em geral, as plantas têm porte alto e necessitam de tutoramento e podas e são destinadas à produção de tomate de mesa dos diversos segmentos de mercado. De outro lado, as do tipo determinado possuem plantas de porte rasteiro sendo dispensável o tutoramento quando o objetivo é a produção de matéria-prima para transformação industrial. Todavia, há cultivares com hábito de crescimento determinado que são utilizadas para produção de tomate de mesa. Essas cultivares podem ser conduzidas em culturas rasteiras ou com tutoramento do tipo meia estaca (ALVARENGA, 2013).

O fruto do tomateiro é uma baga e exibe uma ampla diversidade de forma, tamanho, cor, textura e sabor. As flores são hermafroditas, amareladas e dispostas em cachos ou racemos (MELO, 2017).

No Brasil, em 2015, em uma área de 63.572 hectares foram produzidas 4.187.729 toneladas de tomate. Desse total, aproximadamente 24% são destinados à indústria de processamento e o saldo restante para o consumo *in natura*. As regiões geográficas Sudeste e Centro-Oeste concentraram 74,2% da produção nacional, com a liderança dos estados de São Paulo (1.097,9 mil t), Goiás (912,9 mil t), Minas Gerais (715,9 mil t), Bahia (323,6 mil t) e Paraná (230,3 mil t) (IBGE/LSPA, 2016).

Em 2012, a produção e área mundiais de tomate foram estimadas em 161,7 milhões de t e 4,8 milhões ha, respectivamente, com produtividade de 33,7 t ha⁻¹. A China lidera a produção com 50 milhões de t, correspondendo a 30,9% do total da produção mundial. O Brasil figura como o 9º maior produtor mundial de tomate, mas detém apenas 2,4% da produção global (FAOSTAT, 2016).

1 EXIGÊNCIAS CLIMÁTICAS

Embora na atualidade o tomateiro seja cultivado nas mais diferentes latitudes geográficas, sob sistemas de produção em campo ou em ambiente protegido, os fatores ambientais exercem marcante influência na produção de frutos, seja destinada ao consumo *in natura* ou para utilização do tomate como matéria-prima industrial.

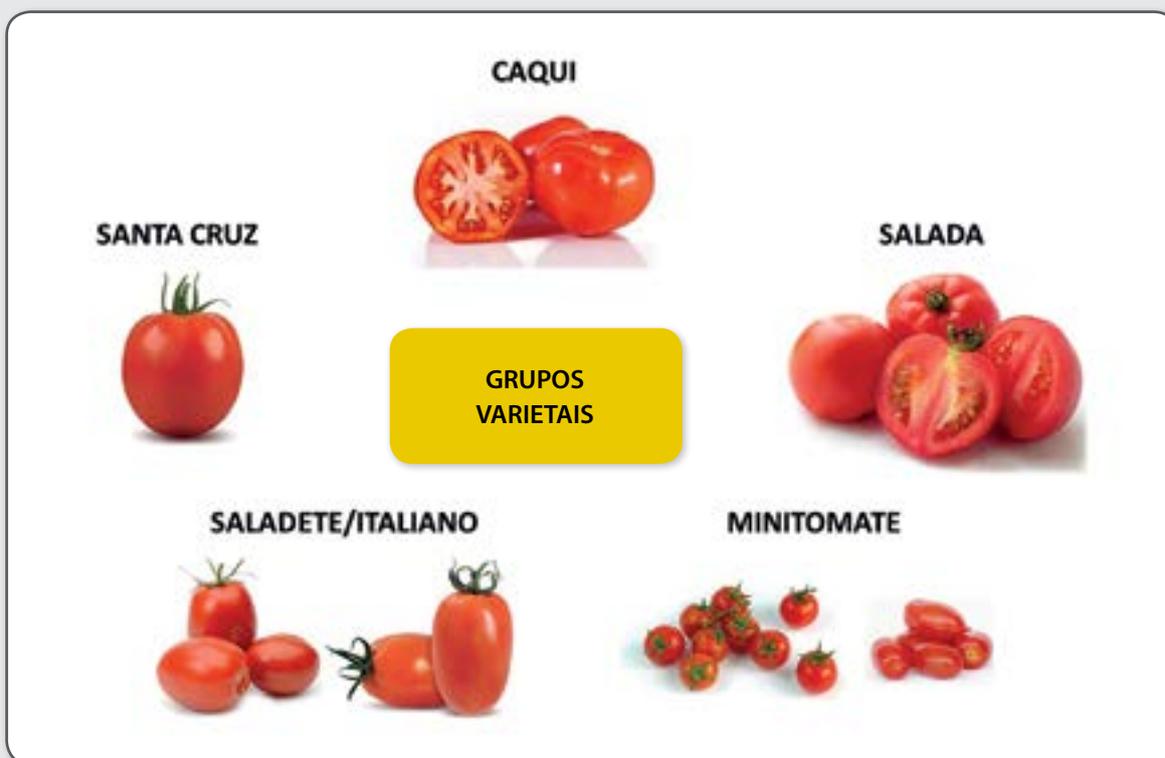
A temperatura é o fator ambiental de maior influência nos diferentes estádios de crescimento e desenvolvimento da planta de tomate. Por conseguinte, os eventos de suas fases vegetativa e reprodutiva podem ser extremamente modificados pela temperatura, isoladamente ou em interação com outros fatores do ambiente, como luz, nutrientes minerais e umidade do ar e do solo. As variações térmicas ideais para a cultura do tomateiro são de 27 ± 4 °C durante o dia e de 18 ± 2 °C durante a noite. Como se trata de uma espécie de origem tropical, em princípio, não tolera temperaturas demasiadamente baixas. Em condições de temperaturas abaixo de 10 °C, a germinação e a emergência são negativamente afetadas. Para maximizar o pegamento de frutos, a faixa ótima de temperatura diurna é de 19 a 24 °C e a noturna de 14 a 17 °C. Quando as temperaturas estão fora desses limites, normalmente ocorrem problemas no desenvolvimento da planta, como encurtamento dos entrenós, diminuição do porte e inibição da formação de frutos resultando em atraso no início da colheita. A frutificação também é prejudicada, pois o desenvolvimento do óvulo e a mobilidade dos grãos de pólen tornam-se lentos, levando ao aborto de botões florais. Sob temperaturas diurna e noturna acima de 30 °C e 20 °C, respectivamente, ocorre alto índice de abortamento de flores, causada pela queda na produção de pólen. Em consequência, há redução da produtividade e aumento da desordem conhecida como fruto-oco (lóculos vazios). Além disso, a qualidade é depreciada por temperaturas acima de 30 °C, que prejudicam a firmeza e a coloração dos frutos, os quais tendem a ficar amarelados devido à inibição da síntese de licopeno. As rachaduras radiais e concêntricas de frutos são geralmente associadas a variações bruscas de temperatura. Entretanto, o desbalanço hídrico também é apontado como fator causal dessa anomalia (MELO; LOPES; GIORDANO, 2005).

O tomateiro é indiferente ao fotoperíodo, mas sob condições de baixa intensidade luminosa os processos de florescimento, fecundação e desenvolvimento vegetativo podem ser negativamente afetados. A umidade relativa do ar (UR) ideal oscila entre 60 e 80%. UR muito elevada favorece o desenvolvimento de doenças na parte aérea e dificulta a fecundação devido à compactação do pólen, resultando em alto índice de aborto floral. Em contrapartida, UR muito baixa dificulta a fixação do pólen no estigma, reduzindo o índice de pegamento de fruto (MELO; LOPES; GIORDANO, 2005).

2 GRUPOS VARIETAIS

No Brasil, as cultivares de tomate de mesa são classificadas de diferentes maneiras, embora, de modo geral, elas sejam agrupadas considerando, basicamente, o formato dos frutos, levando em conta a relação entre o comprimento e o diâmetro equatorial do fruto. Também são consideradas outras características como coloração e conservação pós-colheita (“vida de prateleira”). Alvarenga et al. (2013) classificam as cultivares de tomate de mesa em cinco grupos varietais ou segmentos de mercado: Santa Cruz, Caqui, Salada, Saladete/Italiano e Minitomates (Figura 1).

Figura 1 – Principais grupos varietais (segmentos de mercado) de tomate de mesa.



Fonte: Campagnol et. al., 2017.

O grupo predominante, na atualidade, é o salada, que detém 65% de participação do valor total do mercado de sementes de tomate de mesa, estimado em R\$116,8 milhões (ABCSEM, 2011). Nesse grupo estão incluídos os híbridos longa vida, notoriamente deficientes em sabor e aroma. Por conta disso, tipos de tomate com melhor qualidade gustativa vêm mostrando participação crescente de mercado a cada ano com destaque para os híbridos do grupo saladete/italiano e os minitomates (MELO; MELO, 2014). Atualmente, esses segmentos respondem por 25% e 2,3%, respectivamente, do valor total do mercado de sementes de tomate de mesa (ABCSEM, 2011).

No grupo dos minitomates, também designado pelas empresas de sementes de Especialidades, estão incluídos, além dos tradicionais tomates cereja, os tipos coquetel e *grape*. Esses tomates diferenciados vêm sendo promovidos como produtos de categoria *gourmet* devido ao melhor sabor quando comparado ao tomate salada predominante no mercado. Com efeito, esses tomates destacam-se pelo uso culinário versátil, podendo ser consumidos como *snacks*, em saladas, conferindo-lhes destacado apelo decorativo, assim como na composição de canapés, de molhos e assados (ALVARENGA; MELO; SHIRAHIGE, 2013).

O segmento de minitomates representa para as empresas de sementes de hortaliças uma oportunidade de comercializar um produto diferenciado em sabor, versatilidade de consumo e elevado valor agregado de mercado. Por conta disso, têm recebido no mercado um tratamento de extrema diversificação nas embalagens e formas de apresentação no setor varejista (JUNQUEIRA; PEETZ, 2011).

A rigor, em razão do seu alto valor comercial e, principalmente, maior estabilidade de preços no momento da comercialização, os produtores têm mostrado cada vez mais interesse em produzir tomate desse grupo varietal em ambiente protegido.

Entre os minitomates disponíveis no mercado, o tipo *grape* é o que mais se destaca por suas excelentes qualidades gustativas. Desde sua introdução em escala comercial em 2008, vem mostrando crescente aceitação junto ao mercado consumidor, a despeito de ser comercializado, em geral, por preços quatro a cinco vezes maiores que o dos tomates tradicionais do grupo salada.

As cultivares desse tipo de tomate, em geral, produzem frutos pequenos (12 g em média), firmes, de cor vermelho-intensa e formato semelhante a uma baga de uva Rubi. Além disso, os frutos das cultivares *grape* se diferenciam daqueles das tradicionais cultivares cereja devido ao maior teor de açúcar (> 8 °Brix) e menor acidez. Na verdade, a expansão de cultivo e a crescente aceitação pelos consumidores por esse tipo de tomate é devida, sobretudo, ao seu sabor adocicado, ou seja, ao seu elevado teor de açúcares. Os açúcares (glicose e frutose) são os componentes mais importantes do teor de sólidos solúveis totais (medido em graus Brix) no fruto do tomateiro. Estudos recentes têm mostrado que o glutamato pode também contribuir para o Brix do tomate, sendo a relação glutamato/açúcares um importante componente de sabor do tomate (GUEDES; BOITEUX, 2012).

As cultivares de minitomates disponíveis no mercado brasileiro, mostram grandes diferenças em relação ao teor de sólidos solúveis totais (°Brix), à adaptação às condições de cultivo protegido, potencial de produção e resistência/tolerância a doenças. Dessa forma, é recomendável que os produtores interessados no cultivo comercial desse tipo de tomate disponham de informações confiáveis sobre as cultivares mais adequadas sob o ponto de vista de adaptação à área onde a produção será realizada.

As principais cultivares de minitomates disponíveis no mercado encontram-se relacionadas na Tabela 1.

Tabela 1 – Principais cultivares de minitomates disponíveis no mercado brasileiro.

Cultivar*	Tipo	Características das cultivares	Resistências**	Empresa
Dellycia	Cereja	Planta vigorosa e adaptada ao cultivo em estufa. Ciclo médio de 110 dias. Pode ser comercializado a granel ou em pencas (<i>cluster</i>). Frutos com peso médio de 17 g.	Fol-0,1; ToMV; TYLCV	Agristar - Topseed Premium
Essaí	Cereja	Ciclo precoce. Frutos amarelos pesando de 18 a 22 g.	Fol-1; Vd; TMV	Blueseeds
Ytaí	Cereja	Ciclo precoce. Frutos pesando de 18 a 22 g.	Fol-1,2; Vd; N	Blueseeds
Pori	Cereja	Ciclo precoce (70 dias após o transplante); fruto tolerante a rachaduras em campo aberto ou em estufa agrícola.	Fol; TMV	Blueseeds
Cascade F1	Cereja	Planta vigorosa e produtiva. Colheita iniciando aos 100 a 115 dias após o transplante e frutos pesando de 10 a 12 g.	Fol-1; TMV	Feltrin
Flanel	Cereja	Planta vigorosa com excelente cobertura foliar. Frutos com ótimo sabor e Brix, uniformes e de excelente coloração e brilho. Pode ser comercializado a granel ou em pencas (<i>cluster</i>). Frutos pesando de 15 a 25 g.	Fol-2, N, TMV, TYLCV, TSWV (Sw5)	Feltrin
Wanda	Cereja	Planta vigorosa com excelente cobertura foliar. Frutos com ótimo sabor e Brix, uniformes e de excelente coloração e brilho. Pode ser comercializado a granel ou em pencas (<i>cluster</i>). Frutos pesando de 15 a 20 g.	ToMV, TSWV, Ff: 1-5, Fol:0,1, V e Vd	Isla
Sweet Million	Cereja	Frutos de coloração vermelha brilhante, polpa espessa, formato arredondado, peso variando de 15 a 25 g.	Fol; Ss; ToMV (estirpe Tm1)	Sakata
Sweet Gold	Cereja	Frutos de cor amarela ouro, peso variando de 15 a 25 g; 120 a 150 dias de ciclo de produção.	Fol; Ss; ToMV (estirpe Tm1)	Sakata
Coco	Cereja	Ciclo precoce e planta muito vigorosa; frutos arredondados e uniformes, pesando entre 20 e 25 g; excelente sabor (8 a 10 °Brix); racemo com elevado número de frutos (entre 25 e 30).	Fol; N; ToMV (estirpe Tm2)	Takii
Nina	Cereja	Planta de crescimento indeterminado e ciclo precoce. Pencas com 10 a 15 frutos pesando de 20 a 30 g. Frutos de excelente sabor (8 a 12 °Brix).	Fol-1; Vd; N; ToMV	Takii
Pepe	Cereja	Planta de crescimento indeterminado e ciclo extra precoce. Pencas com 30 a 50 frutos pesando de 10 a 15 g. Frutos de excelente sabor (8 a 10 °Brix).	Fol-1; ToMV	Takii
Lili	Cereja	Planta vigorosa de crescimento indeterminado e ciclo precoce. Frutos pesando de 10 a 15 g e de excelente sabor (8 a 10 °Brix).	Fol-1; N; ToMV	Takii
Amoái	Cereja	Ciclo precoce, 60 dias após o transplante. Frutos pesando de 30 a 40 g.	Fol-1; TMV	Blueseeds
Baby Italiano	Coquetel	Ciclo médio de 80 dias. Frutos pesando de 40 a 60 g e de excelente sabor. Pode ser cultivado em campo aberto ou estufa.	Fol-1,2; Vd; TMV; N	Blueseeds

Cultivar*	Tipo	Características das cultivares	Resistências**	Empresa
Tigre	Coquetel	Planta forte e com boa proteção de frutos. Frutos tigrado de verde e vermelho. Boa durabilidade pós colheita. Frutos peso médio de 40 a 50 g. Colheita dos frutos individualizados (a granel) ou <i>cluster</i> (pencas).	V, F2, N e TMV	Isla
Mascot	Grape	Planta vigorosa e com pouca brotação lateral; frutos com alto teor de sólidos solúveis (elevado °Brix); formato alongado, ombros uniformes e grande número de frutos por racemo; peso médio de 18 g; elevado potencial produtivo; ciclo precoce iniciando a produção aos 105 dias após o transplante.	Fol; ToMV; Vd	Agristar - Topseed Premium
Dulce	Grape	Fruto tipicamente periforme, alto teor de sólidos solúveis (elevado °Brix), pesos, em média, de 15 g e 35 g na condução com 4 e 2 hastes, respectivamente.	Vd; Fol; ToMV	Agrocinco
Jacy	Grape	Híbrido de ciclo precoce recomendado para ser conduzido com 2 a 4 hastes; fruto com peso médio de 26 a 30 g.	Fol; TMV	Bluseeds
Guaraci	Grape	Ciclo precoce (60 dias após o transplante); recomendado para condução com 2 a 4 hastes; fruto com peso médio de 20 a 40 g.	Fol; TMV	Bluseeds
Dolcetto	Grape	Frutos de formato oblongo (uva), coloração vermelho intenso e brilhante; peso médio de 10 a 15 g; alta capacidade produtiva; alta resistência a rachaduras e uniformidade de frutos. A doçura do seu fruto é sua característica principal.	Fol; ToMV (estirpe Tm1); Va e Vd	Isla
Cupido	Grape	Fruto de sabor adocicado e aroma atrativo; indicado para ambiente protegido de alta tecnologia.	ToMV, Fol; Va/Vd; N (Mi/Ma/Mj)	Seminis
Angelle	Grape	Planta vigorosa, produtiva e com bom enfolhamento. Frutos de excelente sabor e com peso médio de 10 a 12 g.	ToMV; N	Syngenta
Sweet Grape	Grape	Frutos de formato oblongo (uva), coloração vermelho intenso e brilhante; peso médio de 10 a 20 g; alta capacidade produtiva; a conservação pós-colheita dos frutos pode se estender por cerca de 15 dias em perfeitas condições de consumo.	Fol; ToMV (estirpe Tm1); Ss; Ff	Sakata
Tucaneiro	Holandês	Planta com alto vigor. Frutos redondos levemente achatados, coloração vermelha intensa. Boa longevidade pós colheita. Próprio para colheita em pencas (<i>cluster</i>). Peso: 50 a 60 g.	V, F2, N, TMV, Ty e SW5	Isla
Piccolo F1	Mini Italiano	Planta vigorosa e produtiva. Fruto com peso médio de 45 g e com ótima coloração. Pode ser cultivado em estufas ou em campo aberto. Indicado para comercialização em rácermos (pencas), bandejas ou a granel.	Fol-0, Ff, Pi, ToMV e TMV	Agristar - Topseed Premium

Cultivar*	Tipo	Características das cultivares	Resistências**	Empresa
Mabelle	Mini Mezzano	Planta produtiva e com boa sanidade. Início das colheitas de 110 a 115 DAT. Frutos pesando de 40 a 50 g. Colheita dos frutos individualizados (a granel) ou <i>cluster</i> (pencas).	Fol-2, N, TMV, Vd, TYLCV, TSWV (Sw5)	Feltrin
Sorbetto	Mini Italiano	Planta produtiva e com boa sanidade. Frutos pesando de 20 a 30 g. Destaca-se pelo seu sabor diferenciado.	Fol-0,1, ToMV, Va e Vd	Isla
Tomini	Mini Plum	Planta produtiva e precoce. Início das colheitas de 110 a 115 DAT. Frutos pesando de 10 a 20 g e de excelente sabor. Colheita dos frutos individualizados (a granel) ou <i>cluster</i> (pencas).	Vd, Fol, TSWV (Sw5)	Feltrin
Saladino	Mini Saladete	Planta forte e com boa proteção de frutos. Início das colheitas de 110 a 115 DAT. Frutos pesando de 27 a 32 g. Colheita dos frutos individualizados (a granel) ou <i>cluster</i> (pencas).	Fol-2, N, TMV, Vd, TYLCV	Feltrin
Tomatoberry	Morango	Planta com alto vigor, produtiva e indicado para cultivo em estufa. Frutos com formato diferenciado, de excelente sabor e peso médio de 25 g. Ciclo médio de 105 dias.		Agristar - Topseed Premium

* Todas as cultivares são híbridos F1 de hábito de crescimento indeterminado;

** Alt = *Alternaria alternata*; Fol-1,2 = *Fusarium oxysporum f. sp. lycopersici* (raça 1, 2); N = Nematoides (Mi = *Meloidogyne incognita*; Ma = *Meloidogyne arenaria*; Mj = *Meloidogyne javanica*; ToMV = Tomato Mosaic Virus (estirpes Tm1 e Tm2); Ss = *Stemphylium solani*; Vd = *Verticillium dahliae*; Va = *Verticillium albo-atrum*; Ff = *Fulvia fulva* (ex-*Cladosporium fulvum*); TSWV = Tomato Spotted Wilt Virus (Vira-cabeça); TYLCV = Tomato Yellow Leafcurl Virus (Geminivirus).

Os minitomates *grape* vêm sendo cultivados, quase que exclusivamente, em ambiente protegido. Além do alto investimento inicial para a aquisição da estrutura de cultivo (estufas agrícolas, sistema de irrigação, etc.), um fator que contribui consideravelmente para o aumento dos custos é a grande necessidade de mão de obra para realização do manejo da cultura e, principalmente, para a operação de colheita dos frutos que se estende por vários meses. Contudo, o sucesso do empreendimento vai depender da otimização de diversos fatores, entre os quais se destacam as práticas culturais adotadas, o manejo de irrigação, a nutrição das plantas e a gestão financeira do empreendimento.

O minitomate *grape* é o objetivo deste manual. No entanto, as estruturas de cultivo protegido, a produção de mudas e as técnicas de manejo cultural são válidas para os demais tipos incluídos nesse grupo varietal de tomate. É necessário enfatizar, entretanto, que são escassos os estudos com esse grupo de tomate devido à sua introdução recente no país.

3 CULTIVO PROTEGIDO

O cultivo de hortaliças em ambiente protegido ou em estufas agrícolas pode proporcionar um ambiente próximo do ideal às plantas, uma vez que protege a vegetação contra intempéries, como chuvas fortes de verão, frio, ventos e incidência de raios ultravioleta. Além disso, reduz os custos com fertilizantes e defensivos químicos, economiza água de irrigação e facilita o manejo fitossanitário. O termo “estufa”, apesar de tecnicamente não ser o mais indicado quando nos referimos ao cultivo protegido, também será utilizado nesse material, pois é o termo que a maioria dos produtores utiliza quando se refere a esse sistema de cultivo.

Os sistemas para a produção de hortaliças em ambiente protegido referem-se aos cultivos no solo ou sem solo. No sistema em que a cultura é realizada diretamente no solo, em condições de cultivos intensivos e sucessivos na mesma área, os processos de degradação do solo tornam-se evidentes com o decorrer do tempo, impactando negativamente no rendimento. Em consequência, têm sido observados vários problemas, destacando-se entre os principais a ocorrência de insetos-pragas, a incidência de doenças, sobretudo as que atacam o sistema radicular, além dos desequilíbrios nutricionais, uma vez que os minerais não absorvidos pelas raízes tendem a se acumular na camada superficial do solo. Isso leva à salinização e/ou antagonismo entre os nutrientes (ABAK; CELIKEL, 1994; ANDRIOLO et al., 1997). Essas desvantagens relacionadas ao sistema de cultivo protegido em solo podem levar ao insucesso de empreendimentos de produção de hortaliças de frutos, entre as quais se inclui a cultura do tomateiro.

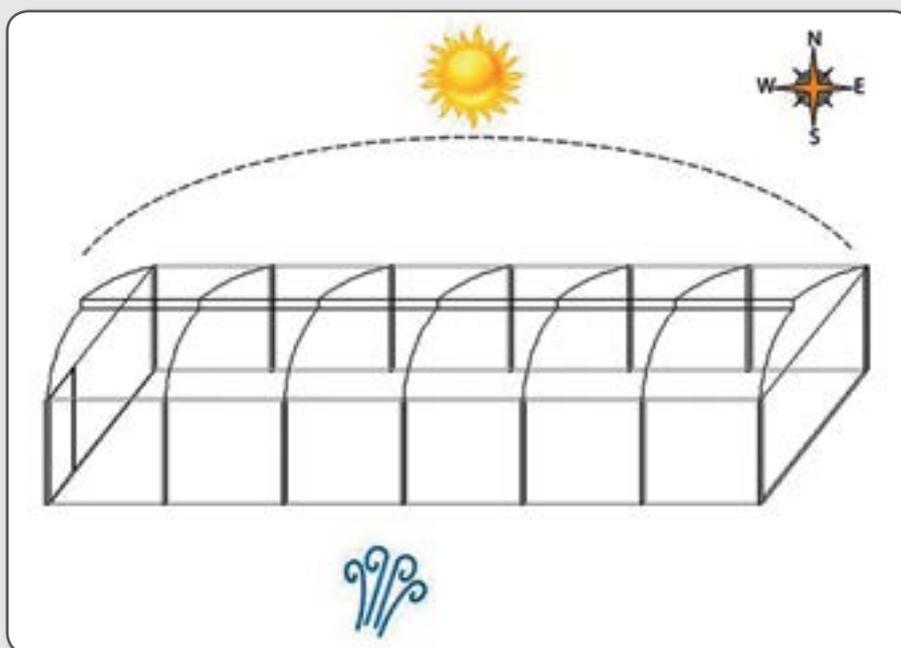
Diante de tais dificuldades, houve a necessidade de se desenvolver sistemas mais eficientes e sustentáveis de cultivo de hortaliças em ambiente protegido. Entre os sistemas que surgiram para contornar os problemas de salinização e contaminação do solo, destaca-se o cultivo em substrato como substituto do solo, conforme será posteriormente descrito.

3.1 LOCAL DE INSTALAÇÃO DA ESTUFA

Ao planejar a produção de minitomates em ambiente protegido, o passo inicial do empreendimento é a escolha de local adequado para a instalação da estufa agrícola. É muito importante dispor de uma série dos dados climáticos da área. Deve-se dar preferência por local arejado, com pouca declividade, com boa luminosidade e disponibilidade de água de boa qualidade.

A orientação da construção da estufa é outro aspecto a ser levado em consideração e que permitirá tirar maior vantagem da radiação solar. Portanto, é recomendável construir a estufa com o eixo maior na direção leste-oeste (L-O) visando à redução do sombreamento das vigas da estrutura sobre a cultura. Assim, as estufas se tornam mais eficientes na transmissão da radiação solar. Ademais, é importante que a estufa seja construída no sentido da direção dos ventos predominantes e não no sentido perpendicular aos mesmos (Figura 2). Isso facilita a remoção do ar quente do interior do ambiente. Em locais que apresentam ventos muito fortes, pode-se instalar quebra-ventos para evitar danos à estrutura da estufa e ao plástico da cobertura.

Figura 2 – Representação esquemática do posicionamento da estufa em relação ao Sol e aos ventos predominantes.



Fonte: Campagnol et. al., 2017.

3.2 MODELOS DE ESTUFAS AGRÍCOLAS

Definido o local onde a estufa será construída, o passo seguinte é a escolha do modelo de estrutura de ambiente protegido entre as opções tecnológicas disponíveis no mercado. Portanto, é recomendável conhecer as especificações das estufas agrícolas dos diversos fabricantes optando por uma estrutura eficiente, segura e econômica. A decisão de optar por estruturas de proteção de baixa, média ou alta tecnologia vai depender dos recursos financeiros disponíveis.

Para cultivo de minitomates, os modelos de estufas mais utilizados são: capela, teto em arco e dente de serra. As estufas podem ser instaladas de maneira isolada ou conjugada (Figura 3). Independentemente do modelo, as estufas destinadas à produção desse tipo de tomate devem ser construídas com altura mínima de 3,5 m até a base dos arcos (pé direito). A maior altura permite que ocorram maior circulação e renovação de ar dentro da estrutura, evitando que a temperatura interna se eleve em demasia, principalmente próximo às plantas. Hoje, verifica-se uma forte tendência no cultivo dessa hortaliça em ambientes com altura de pé direito superior a 4,5 m.

No Brasil, as armações das estufas agrícolas são, comumente, construídas com toras de madeira (eucalipto, pinus, bambu), estruturas metálicas ou tubos de PVC. A cobertura dessas armações é feita com filmes plásticos especiais os quais permitem a passagem máxima de luz fotossinteticamente ativa. Atualmente encontra-se disponível no mercado uma grande variedade de materiais, desde os difusores de luz, até os repelentes de partículas. Cabe ao produtor escolher a melhor opção de acordo com o ambiente de produção, necessidades e disponibilidade financeira.

Estufas agrícolas dotadas de janelas zenitais auxiliam a retirada do ar quente que se acumula na sua parte superior, favorecendo o resfriamento. O uso dessa tecnologia é altamente recomendável em regiões de climas tropical e subtropical, caracterizado por elevadas temperaturas e alta umidade do ar, ao contrário do que ocorre nos países de clima temperado, onde o aquecimento do ambiente é um dos principais objetivos dessas estruturas.

O resfriamento da estufa pode também ser conseguido pelo uso de sistemas de resfriamento evaporativo, como *Pad & Fan*, nebulizadores, e malhas de sombreamento. Porém, o uso de tais tecnologias deve ser analisado criteriosamente, uma vez que seu custo de aquisição é elevado e o objetivo almejado nem sempre é alcançado.

A limpeza da cobertura plástica deve ser realizada periodicamente, evitando que as partículas presentes no ar se acumulem sobre o filme plástico e impeçam a máxima luminosidade no interior da estrutura. A diminuição da luminosidade no interior da casa de vegetação pode afetar a produtividade e a qualidade dos frutos. O período entre limpezas varia de um a dois anos, de acordo com as condições de cada propriedade. Estruturas protegidas por quebra-ventos e distantes de estradas de terra, geralmente tem este período estendido.

Figura 3 – Modelos de estufas agrícolas mais comumente utilizados no Brasil para cultivo de minitomates: (A) teto em arco; (B) teto em arco com janela zenital (lanternim); (C) tipo capela; (E) abertura de teto em estufa tipo capela.



Fonte: Campagnol et. al., 2017.

As laterais da estrutura devem ser fechadas por telas antiafídeos, o que evita a entrada de insetos, principalmente aqueles que são vetores de viroses, como mosca branca, tripes e pulgão. O uso de telas tecidas em ráfia, apesar de permitir maior ventilação no interior da estufa, não impede a entrada de insetos-praga diminutos e daqueles que são vetores de viroses. A infestação desses insetos pode inviabilizar o cultivo de tomate em ambiente protegido. É também indispensável a construção de uma antecâmara e de pedilúvio no acesso à estufa agrícola contribuindo para o manejo fitossanitário da cultura.

4 PRODUÇÃO DE MUDAS

As mudas utilizadas para a implantação do cultivo de minitomates são, em sua maioria, produzidas em bandejas plásticas ou de poliestireno (isopor) (Figura 4). As bandejas plásticas levam vantagem em relação às de isopor por não apresentarem rugosidade em sua superfície que dificulta sua limpeza e desinfecção, além de serem recicláveis, o que evita contaminação do ambiente.

Figura 4 – Mudas de minitomate produzidas em bandejas: Bandeja de plástico descartável (A); bandejas de isopor reutilizáveis (B).



Fonte: Campagnol et. al., 2017.

O recipiente, de maneira geral, deve favorecer a drenagem adequada do substrato, permitir que o operador tenha maior conforto no trabalho e evitar o contato das raízes com o chão, impedindo a contaminação por doenças (MINAMI, 2010).

A produção de mudas em bandejas propicia o melhor estado nutricional e fitossanitário das mudas, por possibilitar o uso mais eficiente da solução nutritiva e de defensivos. Além disso, proporciona melhor aproveitamento de sementes, as quais têm um custo unitário muito elevado, e aumenta a taxa de pegamento das mudas após o transplante (MINAMI, 2010).

Outros benefícios que podem ser obtidos com o uso de mudas produzidas em bandejas são o maior equilíbrio entre a parte aérea e o sistema radicular, maior rendimento e aproveitamento da mão de obra, maior uniformidade da cultura e aumento da produtividade (MINAMI, 2010).

As bandejas devem ser acondicionadas sobre bancadas, confeccionadas a uma altura que facilite o manuseio pelos operadores. As bancadas podem ser feitas com mourões de madeira e fios de arame, ou qualquer outro material mais acessível na região de produção.

A produção de mudas deve ser feita em ambiente protegido para que se obtenha um produto de melhor qualidade. Nesse ambiente, deve-se realizar controle fitossanitário e nutricional rigorosos, resultando em plantas de alta sanidade, vigorosas e produtivas. Entretanto, como essa atividade exige conhecimento e tecnificação, as mudas devem preferencialmente ser adquiridas de viveiristas especializados. Os profissionais qualificados desse setor comercializam mudas de alta qualidade, que podem ser identificadas pelos seguintes aspectos: muda compacta, com folhas desenvolvidas e verde escuras, e caule com diâmetro acima de 4 mm; parte aérea sem sintomas de doenças ou danos provocados por pragas; sistema radicular ocupando todo o volume do substrato na célula da bandeja e com raízes grossas e de coloração clara (Figura 2). Mudas estioladas e com sistema radicular pouco desenvolvido atrasam o início da frutificação e podem resultar em queda de produtividade dos frutos. Além disso, deve-se ressaltar que as mudas devem ser isentas também de viroses, cujos sintomas podem não se manifestar na fase de mudas, mas posteriormente no sistema de cultivo das plantas.

Além das mudas tradicionais, alguns viveiristas produzem mudas enxertadas (Figura 5). A enxertia consiste na união de duas partes provenientes de plantas diferentes, sendo que a porção de uma planta utilizada para dar origem à parte aérea é chamada de enxerto e a porção da outra planta usada para gerar o sistema radicular é chamada de porta-enxerto. As plantas usadas como porta-enxertos são aquelas que oferecerão vantagens desejáveis para os produtores durante o cultivo do tomate, como: tolerância ou resistência às doenças como murcha-bacteriana, fusarioses e vírus do mosaico do tomate; tolerância às temperaturas adversas, à salinidade e ao estresse hídrico; sistema radicular mais vigoroso, o que possibilita maior absorção de água

e nutrientes, resultando em maior produtividade. Atualmente, algumas empresas do setor disponibilizam porta-enxertos de tomate para a produção de mudas enxertadas (Tabela 2), com o objetivo de atender as diferentes necessidades dos produtores. Entretanto, a escolha de um porta-enxerto irá depender da variedade adotada como enxerto (planta que irá produzir os frutos) e das condições de cultivo. Para isso, o viveirista deve informar ao produtor qual tipo de muda enxertada ele deve adquirir, pois o sucesso da produção dependerá inicialmente da muda.

Outro tipo de muda que vem sendo utilizado pelos produtores é o mudão (Figura 4). Esse tipo de material de propagação nada mais é do que uma muda mais desenvolvida. Sua formação é feita primeiramente em bandeja, como uma muda convencional. Contudo, em vez de serem transplantadas para o campo ou para o recipiente de cultivo definitivo, são transferidas para vasos intermediários (de 1 a 2 litros) e mantidas em ambiente protegido em alta densidade (25 plantas m⁻²) por um período de 20 a 40 dias. As principais vantagens desse tipo de muda é que durante esse período elas recebem cuidados específicos, principalmente nutricionais e sanitários, gerando mudas de alta qualidade. Nesse tipo de muda, as hastes que serão conduzidas na vertical são previamente selecionadas, facilitando a instalação da cultura e sua formação inicial. Além disso, como parte do ciclo vegetativo é realizado sob alta densidade, consegue-se uma maior eficiência no uso da área de cultivo, muito importante quando se trata de cultivo em estufas.

Tabela 2 – Características dos porta-enxertos de tomate comercializados no Brasil para a produção de mudas enxertadas.

Cultivar*	Características das cultivares	Resistências**	Empresa
Magnet	Alto nível de resistência a Vd raça 1, Fol raças 1 e 2, ForI, Pl, ToMV estirpe Tm1, Mj e Mi raças 1, 2, 3 e 4 Moderado nível de resistência a Rs.	Vd-1; Fol-1,2; For; ToMV (Estirpe 1); N (Mj, Mi-1,2,3,4; Rs (moderado)	Sakata
Guardião	Maior resistência a murcha bacteriana, Nematoides, Verticillium, Fusarium e Vírus do mosaico do tomate. Altamente recomendado para áreas com incidência de murcha bacteriana e nematoides.	Rs; Vd; Fol-1,2; For; ToMV (Estirpe 2a); N (Ma, Mj, Mi)	Takii
Protetor	Resistência a Ralstonia, Nematoides, Verticillium, Fusarium e Vírus do Mosaico do Tomate. Recomendado para áreas com média infestação de Ralstonia.	Rs; Vd; Fol-1; For; ToMV (Estirpe 1); N (Ma, Mj, Mi)	Takii
Muralha	Resistência a Ralstônia, Verticillium, Fusarium e Vírus do Mosaico do tomate. Recomendado para áreas com alta incidência de murcha bacteriana e nematoides.	Rs; Vd; Fol-1,2; For; ToMV (Estirpe 2a); N (Ma, Mj, Mi)	Takii

*Todas as cultivares são híbridos F1;

**Rs = *Ralstonia solanacearum*; Vd = *Verticillium dahliae*; Fol-1, 2, 3 = *Fusarium oxysporum* f. SP. *lycopersici* (Raca 1, 2, 3); For = *Fusarium oxysporum* f. SP. *radicis-lycopersici*; ToMV = Tomato Mosaic Virus (Estirpe 1 e 2.); N = Nematóide (Ma = *Meloidogyne arenaria*; Mj = *Meloidogyne javanica*; Mi = *Meloidogyne incognita*).

Figura 5 – Diferentes tipos de mudas de tomate. Mudas convencionais de tomate *grape* em estado nutricional e fitossanitário adequados (A e B); mudas de tomate enxertadas (C e D); mudões de tomate *grape* com 60 DAS (E e F).



Fonte: Campagnol et. al., 2017.

5 SISTEMAS DE CULTIVO

O cultivo de minitomates pode ser realizado de diversas formas, com alto ou baixo nível tecnológico, o que proporcionará maior ou menor domínio dos fatores produtivos. Nesta cartilha, será abordado o sistema de cultivo sem solo, pelo fato desse sistema proporcionar maior controle dos fatores que afetam a produção, resultando em maior produtividade e qualidade dos frutos, além de ser um dos mais utilizados pelos produtores de minitomates.

5.1 CULTIVO SEM SOLO

O sistema de cultivo sem solo pode ser realizado em sacos, vasos ou canaletas de polietileno. No cultivo de minitomates, os sistemas mais utilizados são em vasos ou sacos de polietileno preenchidos com substratos. Nessa modalidade de cultivo, os recipientes são irrigados e fertilizados por meio de um sistema de irrigação por gotejamento (Figura 6).

Grande variedade de substratos encontra-se disponível no mercado brasileiro. Os materiais mais comumente utilizados na composição de substratos agrícolas, ou em misturas, são produtos da compostagem orgânica, turfas, cascas (pinus, arroz), resíduos da agroindústria, fibra de coco e vermiculita, (MINAMI; SALVADORI, 2010).

A escolha do substrato para o cultivo de plantas deve ser baseada nas suas características físico-químicas, bem como no seu custo e disponibilidade. Assim um substrato ideal deve apresentar alta capacidade de retenção de água, mas boa drenagem para permitir aeração, ausência de pragas, de agentes fitopatogênicos e de substâncias tóxicas, pouca (ou mínima) atividade biológica, o que significa lenta decomposição, resultando em um recipiente com o mesmo volume de substrato ou pequena redução do mesmo no final do cultivo das plantas (MINAMI; SALVADORI, 2010).

Desde que o substrato atenda a tais requisitos, as vantagens são muitas quando comparado ao solo. Obtém-se, assim, um estande de plantas mais homogêneo, resultando em incremento da produtividade e da qualidade dos frutos; há, ainda, menor ocorrência de pragas e doenças de solo, além de favorecer o manejo nutricional, permitindo ajustes de adubação via fertirrigação.

Figura 6 – Cultivo de minitomate em substrato contido em vasos de plástico (A) e em sacolas plásticas (B). Irrigação por meio de gotejos autocompensantes com lança (C) e por mangueiras gotejadoras (D).



Fonte: Campagnol et. al., 2017 (A, B e C); Oliveira, 2013 (D).

Porém, alguns pontos devem ser levados em consideração antes de sua implantação: o custo de produção é maior, exige mão de obra especializada, exige irrigações mais frequentes, pois os substratos secam mais rapidamente, e apresenta maior dependência de energia elétrica.

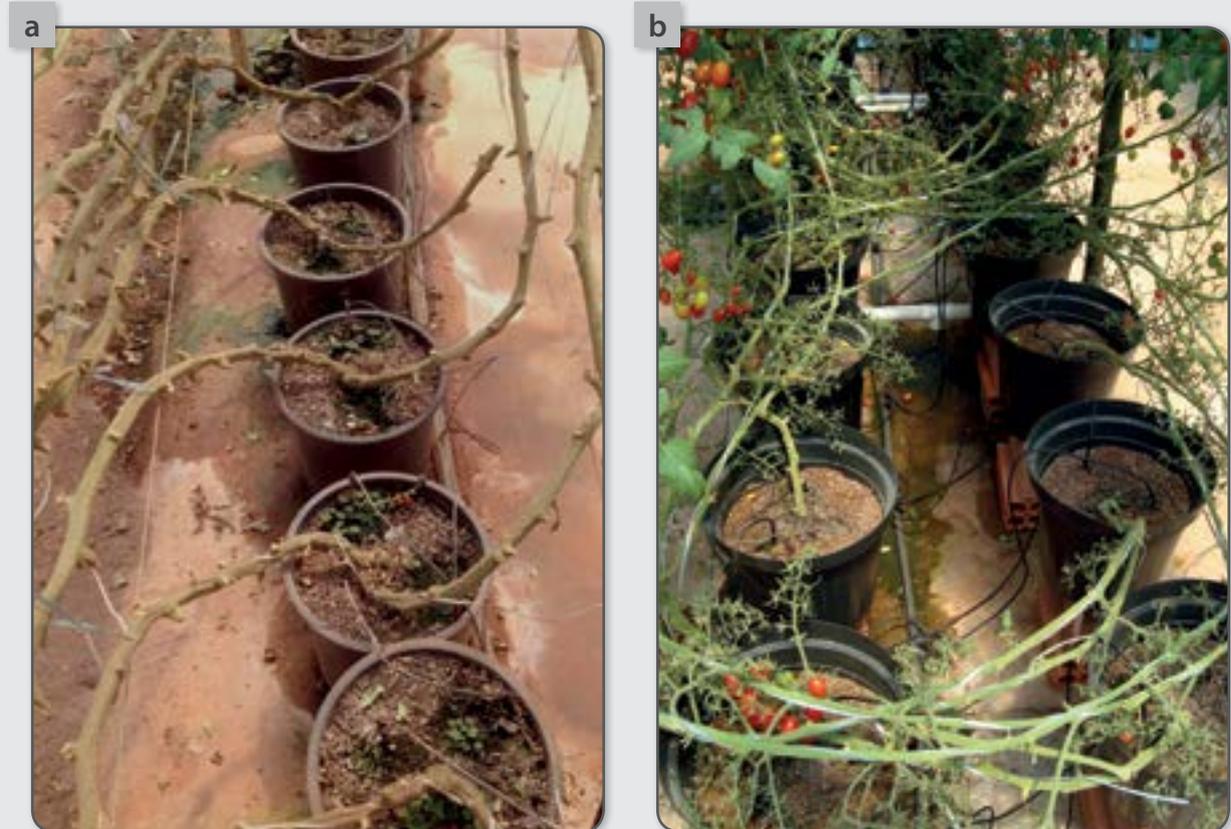
Como o cultivo em substrato é feito em recipientes, é essencial que se faça o manejo adequado da irrigação e nutrição das plantas, uma vez que o volume explorado pelas raízes e a quantidade de água armazenada são menores (MAROUELLI et al., 1996). Ademais, os recipientes devem permitir boa aeração para que as raízes possam “respirar”, se desenvolver e absorver água e nutrientes essenciais para o crescimento da planta (KÄMPF, 2000).

Dessa forma, o recipiente deve apresentar um volume adequado, que não limite o crescimento radicular e não prejudique o desenvolvimento da planta e a produção de frutos. Volumes reduzidos de recipientes necessitam que seja feito um monitoramento mais frequente da salinidade e aeração do substrato. Por outro lado, recipientes muito grandes, além de serem mais caros, elevam o gasto com substrato e necessitam de mais pontos de gotejos para uniformizar sua umidade. Geralmente, usam-se recipientes com volume médio de 8 litros por planta conduzida com duas hastes.

5.2 DISTRIBUIÇÃO DAS PLANTAS

As plantas podem ser arranjadas em linhas simples ou duplas (Figura 7). Quando dispostas em linhas simples, o controle de fitopatógenos é mais eficiente, em função da maior área de contato dos defensivos agrícolas com as plantas durante as pulverizações. Por sua vez, a utilização de linhas duplas gera corredores mais largos, o que muitas vezes facilita as operações de tratos culturais.

Figura 7 – Distribuição dos vasos na área de cultivo. Distribuição em linhas simples (A); distribuição em linhas duplas (B).



Fonte: Campagnol et al., 2017.

Para o sistema de condução contínuo ou carrossel, as plantas devem ser distribuídas em linhas duplas, pois nas extremidades das linhas de cultivo as hastes são guiadas para a linha lateral e conduzidas no sentido oposto, conforme apresentado na Figura 8.

A densidade de plantas por área pode variar de uma até quatro plantas por m^2 , dependendo do número de hastes por planta. Para plantas conduzidas com duas hastes, a densidade mais adotada encontra-se em torno de duas plantas por m^2 . Recomenda-se, para o sistema em linhas duplas, o espaçamento de 0,8 m entre linhas, 1,4 m entre linhas duplas e 0,4 m entre plantas na linha, o que gera uma densidade de 2,27 plantas por m^2 (Figura 7). A distribuição e o número de plantas por área podem exercer influência nas características produtivas, como rendimento, número de frutos por planta e tamanho de fruto.

Figura 8 – Distribuição das plantas em linhas duplas (A) e detalhes do sistema de condução contínuo (Carrossel) (B, C e D). Detalhe da passagem das hastes de um lado da linha dupla para o outro (C e D).



Fonte: Campagnol et. al., 2017.

5.3 SISTEMAS DE CONDUÇÃO DAS PLANTAS E TUTORAMENTO

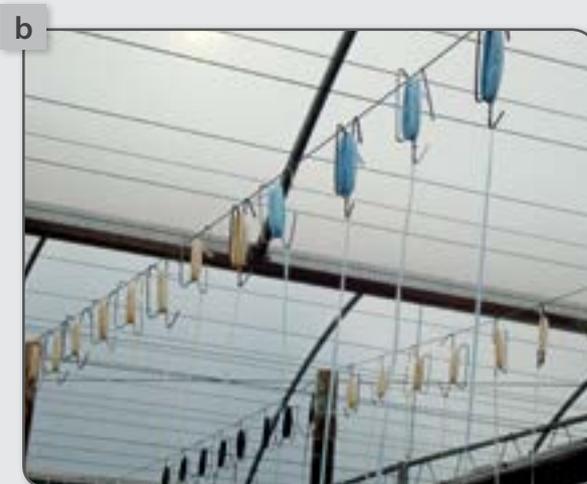
Os sistemas de condução e tutoramento das plantas têm por objetivo permitir a melhor distribuição da radiação solar sobre o dossel, facilitar os tratos culturais e promover a melhor relação entre as partes vegetativa e reprodutiva, contribuindo para o aumento da produtividade e qualidade dos frutos.

Existem diversos sistemas de condução de plantas em uso no Brasil, sendo que as diferenças entre eles se referem às pequenas adaptações regionais ou alterações feitas por produtores, na tentativa de reduzir os custos de produção e melhorar a aeração, visando facilitar o controle de pragas e doenças.

Os principais sistemas de condução de plantas são descritos a seguir, devendo-se levar em conta que estes podem ser modificados de acordo com as necessidades de cada produtor ou situação de cultivo (CAMPAGNOL, 2012).

Sistema tradicional com fitilho: consiste em conduzir as hastes das plantas no sentido vertical, tutoradas individualmente com fitilhos de polietileno amarrados a fios de arame posicionados a uma altura maior que 2,10 m. Isso favorece a obtenção de maior número de racemos (cachos) por haste. É recomendável utilizar estacas a cada dois a três metros para evitar a formação de “barrigas” nos arames superiores. A instalação de um arame inferior é facultativa, uma vez que o fitilho de tutoramento das hastes pode ser amarrado na base da planta. Recomenda-se o uso de fitilho resistente à radiação solar, estendendo a vida útil do material (Figura 9). Nesse sistema, a poda apical (capação) é feita quando as plantas atingem o arame superior, limitando o número de cachos produzidos (Figura 10A). O ciclo produtivo geralmente pode variar de 4 a 6 meses, dependendo da altura de condução das plantas.

Figura 9 – Sistema de condução vertical com o uso de fitilhos plástico (A). Detalhe da bobina utilizada para condução das plantas no sistema carrossel (B). ESALQ, Piracicaba, 2013.



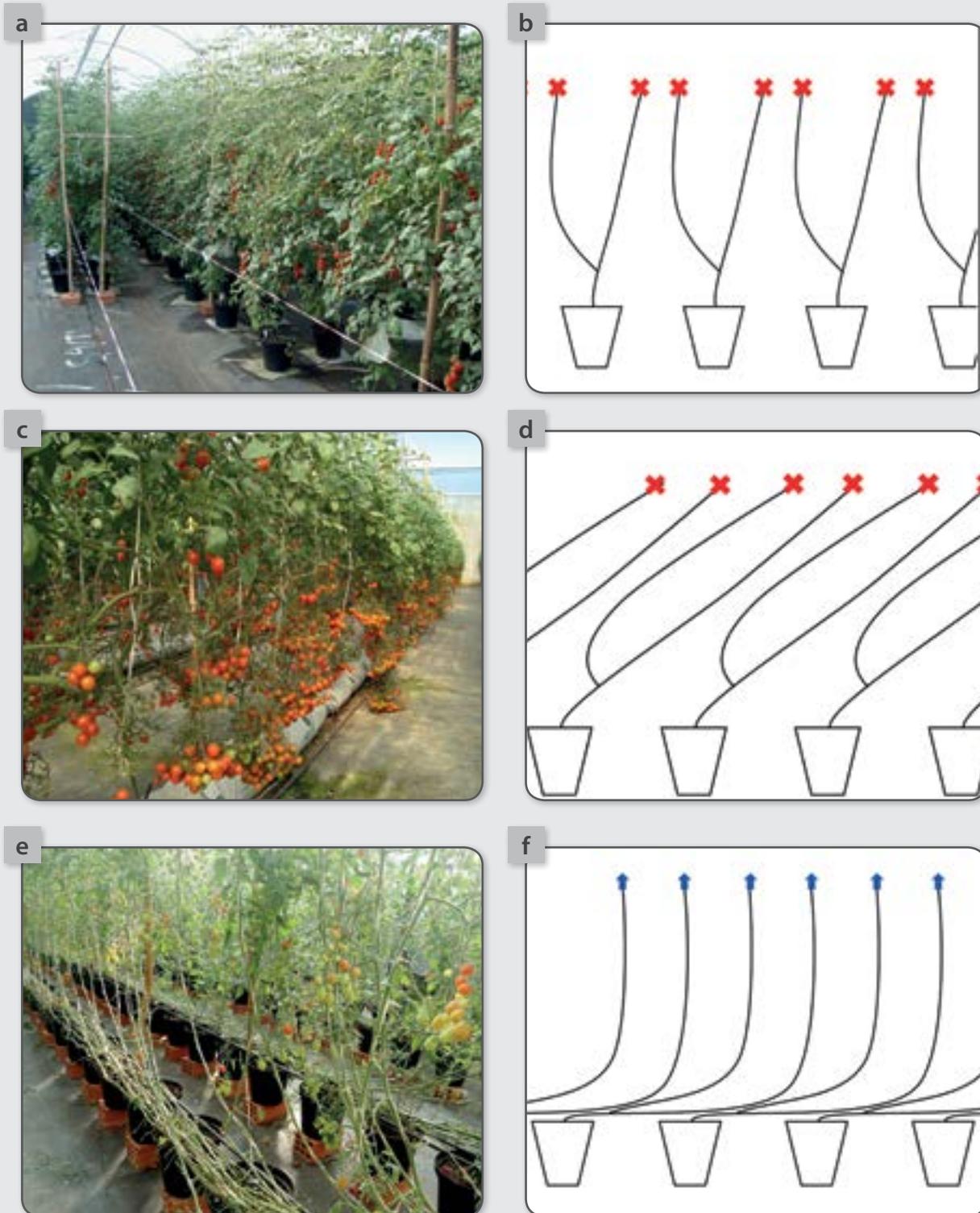
Fonte: Campagnol et. al., 2017.

Sistema inclinado: semelhante ao sistema tradicional, porém as hastes das plantas são conduzidas com uma inclinação média de 45° , resultando em maior distância de condução das hastes, possibilitando o desenvolvimento de maior número de cachos por planta comparado ao sistema tradicional (Figura 10B).

Sistema contínuo ou **carrossel:** nesse sistema, as hastes das plantas são conduzidas no sentido vertical através de fitilhos plásticos suportados por arames horizontais, posicionados paralelamente à linha de vasos a 3,0 a 4,5 m de altura. A extremidade inferior do fitilho deve ser amarrada na base da planta e a extremidade superior deve ser enrolada em uma “bobina” de aço e pendurada no arame superior. À medida que as plantas vão crescendo, as hastes alcançam os arames superiores. Nesse momento, os fitilhos são desenrolados das bobinas e as hastes que já tiveram seus frutos colhidos são abaixadas e deitadas, todas no mesmo sentido. As hastes em desenvolvimento são enroladas nos fitilhos, proporcionando, assim, um crescimento contínuo das plantas. Esse sistema é denominado de “Deslocado” ou “Carrossel”, pois a posição dos ramos das

plantas na linha de cultivo altera-se com seu crescimento, porém mantém-se a mesma densidade de hastes por área (Figura 10C).

Figura 10 – Sistemas de condução de plantas. Tradicional (A e B); inclinado (C e D); carrrossel ou contínuo (E e F). ESALQ, Piracicaba, 2013.



Fonte: Campagnol et. al., 2017 (A, B, C, D e F); Oliveira, 2013 (E).

6 PRÁTICAS CULTURAIS

A otimização das práticas culturais e o manejo empregados na cultura de minitomates em ambiente protegido exercem influência marcante sobre a qualidade final do produto e os custos de produção, agregando valor à produção e, conseqüentemente, contribuindo para o aumento da lucratividade do empreendimento. Com efeito, a adoção de práticas culturais adequadas possibilita melhor distribuição da radiação solar, melhora a aeração entre as plantas, promove adequada relação entre as partes vegetativa e reprodutiva, diminui a competição entre plantas, o que resultará no aumento da produtividade e da qualidade dos frutos (VAN DER VOOREN et al., 1986). Exemplo de práticas culturais realizadas no cultivo de minitomate são as podas, desbrota e polinização das flores.

Poda: para a obtenção dos diferentes sistemas de condução citados anteriormente, há necessidade de poda e desbrota de ramos. A poda de formação é uma prática cultural que consiste, basicamente, na supressão parcial de brotações secundárias, concentrando assim a produção em uma a quatro hastes. Quanto maior o número de hastes, maior o espaçamento utilizado, portanto, menor a quantidade de plantas por área. Além disso, o aumento do número de hastes por planta pode reduzir o tamanho médio dos frutos, que no caso dos tomates do tipo *grape* é vantajoso, uma vez que estes são mais valorizados. Contudo, outros fatores também interferem no tamanho dos frutos, como a adubação nitrogenada e a redução da fixação de frutos nos racemos, que pode ocorrer devido a polinizações deficientes.

A Figura 11 ilustra o procedimento para realizar a poda de formação.

Figura 11 – Diferentes podas de formação em tomateiro:

- S1 = plantas conduzidas com duas hastes, sendo a poda realizada após a quarta folha verdadeira e os dois ramos conduzidos originados das gemas axilares superiores;
- S2 = plantas conduzidas com três hastes. As hastes conduzidas são o ramo principal e os originados das gemas axilares imediatamente abaixo e acima do primeiro cacho floral;
- S3 = plantas conduzidas com quatro hastes (baixa): poda do ramo principal realizada após a quarta folha verdadeira. Dos dois ramos originados das gemas axilares acima do ramo principal, foram conduzidos mais dois ramos que originaram das gemas axilares abaixo dos primeiros cachos florais dos dois ramos secundários;
- S4 = plantas conduzidas com quatro hastes (alta). A poda foi realizada uma folha após o primeiro cacho floral. Dos dois ramos originados das gemas axilares imediatamente abaixo e acima do primeiro cacho floral do ramo principal foram conduzidos mais dois ramos que se originaram das gemas axilares abaixo dos primeiros cachos florais dos dois ramos secundários;
- S5 = plantas conduzidas com duas hastes, sendo uma a haste principal e a outra a brotação originada da gema axilar logo abaixo do primeiro cacho floral. É o sistema mais utilizado entre os produtores por ser simples e fácil.



Fonte: Campagnol, 2012.

Desbrota: a desbrota consiste na retirada dos brotos que nascem nas axilas das folhas, os quais devem ser removidos ainda pequenos para evitar que a planta gaste energia que pode ser direcionada para os frutos. Além disso, o quanto antes esse trato for realizado, menor é o ferimento causado na planta e mais difícil a infecção por fungos e bactérias. É um trato cultural importante para manter a arquitetura da planta e a distribuição luminosa no dossel de plantas. Por isso, deve ser feito frequentemente e no momento certo (Figura 12).

Figura 12 – Brotações originadas nas axilas foliares. Primeira brotação (A); rebrota (B).



Fonte: Campagnol et. al., 2017.

Além da desbrota, a retirada de folhas senescentes é uma prática que visa evitar a disseminação de doenças e melhorar a aeração do sistema. Assim, é recomendado retirar todas as folhas abaixo do último cacho em produção (cachos com frutos em ponto de colheita), facilitando a condução das plantas quando o sistema adotado for o de carrossel ou deslocado (Figura 13).

Figura 13 – Plantas de tomate antes (A) e depois da retirada das folhas próximas aos cachos (B).



Fonte: Campagnol et. al., 2017

Esses tratos culturais podem ser realizados semanalmente, juntamente com a condução das plantas, ato de enrolá-las aos fitilhos, diminuindo a entrada e saída de pessoas no ambiente protegido e a quantidade de massa vegetal a ser retirada contribuindo para assegurar a sanidade do cultivo.

Polinização: em espécies de autopolinização, como o tomateiro, os grãos de pólen de uma flor polinizam a mesma flor. Porém, para ocorrer uma polinização ótima, o pólen precisa ser liberado e transferido da antera ao estigma das flores resultando na fecundação e formação dos frutos. Nos cultivos de tomate em campo aberto, sob condições de temperatura favoráveis, o vento auxilia o processo de polinização resultando em alto pegamento de frutos. Entretanto, em ambientes fechados como as estufas agrícolas, especialmente aquelas protegidas lateralmente por telas antiafídeos, onde a ventilação é usualmente deficiente, os cachos florais ou inflorescências (racemos) terão de ser vibradas até verificar-se o pegamento dos frutos. Um cacho floral pode conter mais de 50 flores e um elevado pegamento de frutos é fundamental para obtenção de alta produtividade (Figura 14).

Figura 14 – Cacho no início da abertura das flores (A); cacho com frutos em desenvolvimento (B).



Fonte: Campagnol et. al., 2017.

As polinizações manuais devem ser realizadas durante a parte mais seca do dia, isto é, entre 10h00-15h00, período em que a deiscência do pólen é mais acentuada. O método de polinização comumente utilizado consiste em sacudir diariamente com as mãos as plantas ou os arames de fixação (Figura 15). Pode-se também agitar diariamente o pedúnculo de cada racemo com flores abertas, por 1 a 2 segundos, com auxílio de algum tipo de dispositivo que promova vibração sem causar dano físico aos cachos florais e aos frutos em estágio inicial de desenvolvimento. Nos países onde o cultivo de tomate em ambiente protegido é feito em larga escala, faz-se uso de polinizações mecânicas com vibradores elétricos manuais desenvolvidos exclusivamente para esse fim. Há ainda relatos sobre a utilização de sopradores com a corrente de ar dirigida aos racemos. No

entanto, nesses países, abelhas pertencentes ao gênero *Bombus* vêm sendo largamente utilizadas em ambiente protegido e constitui a opção mais eficiente. *B. terrestris* é a espécie mais utilizada em todo o mundo para a polinização de culturas oleráceas em ambiente protegido, principalmente tomate.

Figura 15 – Algumas formas de polinização das flores. Vibração do arame superior com um bastão (A); soprador manual (B).



Fonte: Campagnol et. al.; 2017.

Independentemente do método adotado, a polinização contribui efetivamente para o aumento do percentual de frutos vingados acarretando incremento da produtividade, assim como para a redução dos índices de frutos malformados.

7 MANEJO DA IRRIGAÇÃO E FERTIRRIGAÇÃO

Uma das práticas mais importantes no cultivo de minitomates é a irrigação, uma vez que seu cultivo é realizado principalmente em recipientes cheios com substrato, havendo pequeno volume para o armazenamento de água e desenvolvimento do sistema radicular. Nesse tipo de cultivo, um curto período de tempo sem irrigação pode afetar sensivelmente as plantas, causando danos às folhas, cachos florais e frutos.

Devem-se evitar variações bruscas da umidade do substrato, especialmente nos períodos de temperaturas mais elevadas (ANDRIOLO et al., 1997). Grandes variações da quantidade de água no substrato podem aumentar o número de frutos rachados, além de ocasionar salinizações momentâneas e, assim, afetar negativamente as plantas. Isso pode causar ainda a desidratação demasiada do substrato, o que aumentará o tempo para a sua reidratação, sendo necessário irrigar abundantemente, às vezes com mangueira. Substratos como a fibra de coco, por exemplo, apesar de ter uma boa capacidade de retenção de água, necessitam de um tempo relativamente longo para reidratar, principalmente quando está demasiadamente seca.

O principal sistema de irrigação adotado pelos produtores de hortaliças em substrato é o gotejamento, que, apesar de ter um custo de implantação relativamente alto, possibilita maior eficiência do uso da água e fertilizantes, resultando em cultivos mais econômicos e sustentáveis (FAQUIN et al., 1996). A irrigação com gotejadores, além de fornecer água às plantas, permite a aplicação de fertilizantes altamente solúveis. Essa técnica é também conhecida como fertirrigação, sendo essa solução (água + fertilizantes) denominada de solução nutritiva.

Nos últimos anos, o sistema de cultivo sem solo se tornou comum principalmente entre os produtores tecnificados de hortaliças em ambiente protegido.

Os tipos de gotejadores mais utilizados são: as mangueiras gotejadoras e os microtubos. Para propiciar uma distribuição de água mais eficiente no substrato, é recomendado utilizar no mínimo dois pontos de gotejo por vaso.

A tensão limite de água no substrato deve ser de 4 a 5 kPa, sendo o menor valor utilizado nos períodos mais quentes (verão) e o maior em períodos mais frios (inverno). Tais valores devem ser monitorados periodicamente por meio de um conjunto de tensiômetros, para tomada de decisão para o acionamento manual da irrigação, ou através de controladores de irrigação, que determinam esse valor através de sensores previamente introduzidos nos substratos, acionando a irrigação automaticamente. Esse equipamento vem sendo bastante utilizado no cultivo de minitomates e tem contribuído para manutenção de teores de água adequados e para a automação do sistema. Com isso, consegue-se reduzir a necessidade de mão de obra.

É necessário considerar que o volume de solução aplicado deve ser suficiente para que se obtenha um volume de drenagem de 5 até 30% do total aplicado. Quando o volume de solução drenada é muito alto, reduz-se o risco de salinidade do substrato, porém maior é a perda de fertilizantes, ocasionando contaminação das águas subterrâneas e superficiais. Baixo volume de solução drenada, por sua vez, favorece a salinização mais rápida do substrato, o que pode prejudicar a hidratação das plantas e sua absorção de nutrientes.

8 MANEJO NUTRICIONAL

O manejo da solução nutritiva é de fundamental importância para a obtenção de plantas bem nutridas e produtivas. Todos os nutrientes essenciais devem ser fornecidos em níveis compatíveis às exigências de cada cultivar utilizado e de acordo com sua fase de desenvolvimento (HAAG et al., 1993). A concentração de nutrientes na solução é essencial para elevar a produtividade e melhorar a qualidade dos frutos (FURLANI et al., 1999; DORAIS et al., 2001). Na Tabela 3 são apresentadas as concentrações de nutrientes para o cultivo do cultivar Sweet Grape.

Tabela 3 – Teores de nutrientes para confecção de solução nutritiva para o cultivo de tomate “Sweet Grape”.

N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Mo	Zn	Ni
(mg L ⁻¹)												
Fase Vegetativa												
98,1	50,2	200	95,1	31,5	75,4	1,3	0,5	2,1	0,5	0,1	0,2	0,1
Fase Reprodutiva												
121	50,2			40,5	132,2	1,5	0,5	2,1	0,5	0,1	0,2	0,1
317												
123,5												

Fonte: Campagnol et al., 2017.

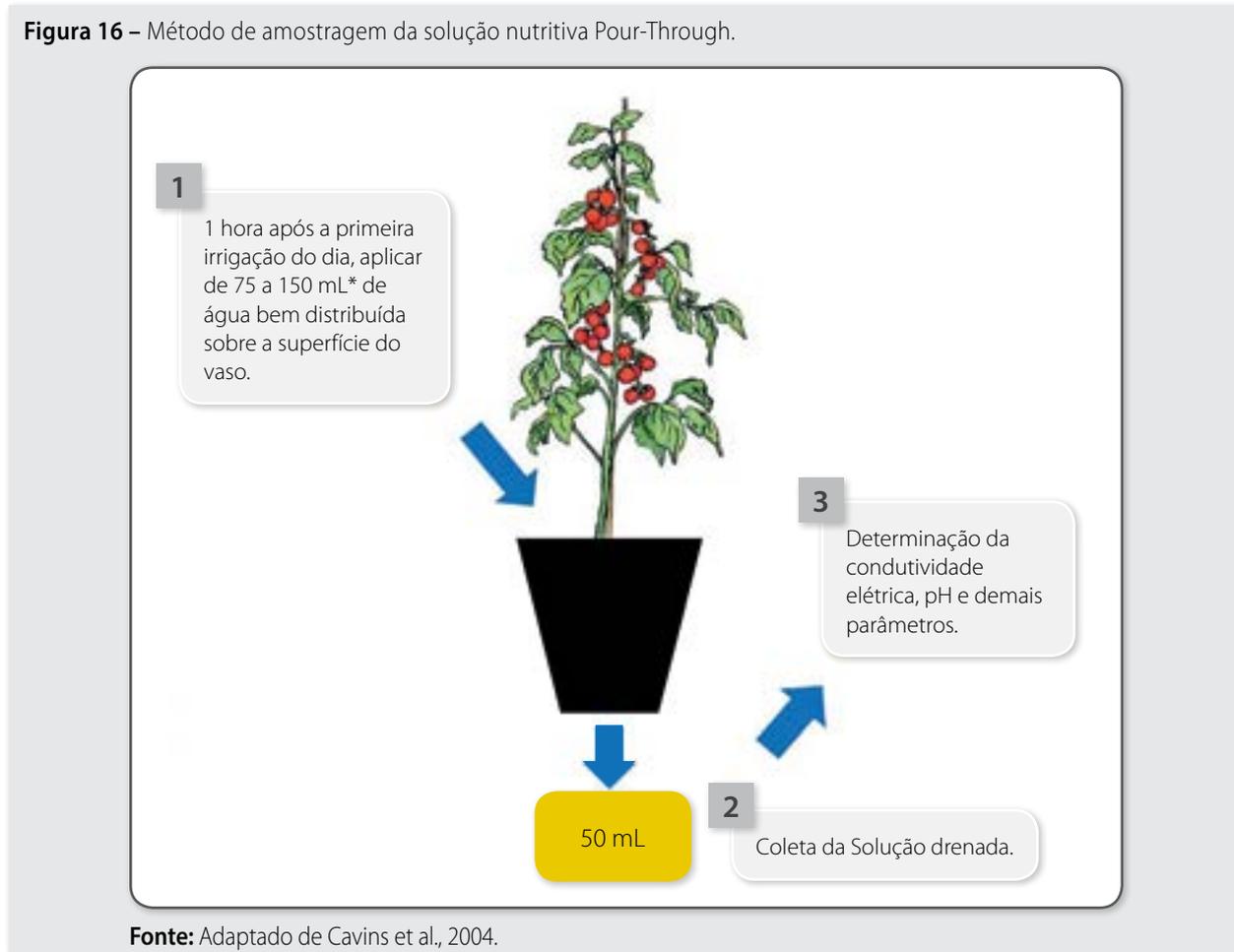
No manejo da solução nutritiva, fatores como temperatura (níveis ótimos em torno de 24 ± 3 °C), condutividade elétrica da solução nutritiva (faixa ótima entre 1,5 a 3,0 dS m⁻¹) e pH (valores adequados entre 5,5 a 6,5) devem ser monitorados e controlados periodicamente, afim de se obter o melhor desenvolvimento das plantas e qualidade de frutos.

A condutividade elétrica da solução nutritiva, durante a fase de muda, deve ser mantida entre 1,4 e 2,0 dS m⁻¹. Porém, na fase de produção, as exigências nutricionais são maiores, sendo sugeridos valores para a solução nutritiva entre 2,0 e 3,0 dS m⁻¹.

Além do controle da condutividade elétrica, pH e temperatura da solução nutritiva aplicada às plantas, é necessário fazer o monitoramento frequente da solução do meio de cultivo, ou seja, aquela que envolve o sistema radicular, a fim de saber se está ocorrendo ou não acúmulo de sais no substrato, em razão de um possível aumento na concentração de sais ao longo do ciclo produtivo. Esse aumento pode ser maior ou menor em função da quantidade, composição e concentração da solução nutritiva aplicada, manejo da fertirrigação e das condições climáticas.

Esse monitoramento pode ser realizado de diversas formas, devendo os resultados obtidos ser comparados com padrões já existentes ou previamente estabelecidos através da mesma metodologia ou convertidos adequadamente.

Um das formas para realização dessa operação, método Pour-Through, é descrita na Figura 16.



O número de vasos amostrado deve ser representativo, ou seja, quanto maior a área de cultivo, mais vasos deverão ser amostrados. Para uma estufa de 350 m², recomenda-se a realização de pelo menos quatro análises. Na seleção dos vasos a serem amostrados, evitar aqueles localizados nas laterais da estufa. As plantas cultivadas nesses vasos devem estar bem nutridas, saudáveis, irrigadas normalmente e com o desenvolvimento semelhante as demais plantas da área. Cultivos em diferentes estádios de desenvolvimentos devem ser amostrados separadamente e comparados com padrões específicos para as fases em que se encontrem.

Pelo método Pour-Through, quando a condutividade elétrica da solução drenada pelos vasos atingir valor superior a 4,0 dS m⁻¹, deve-se realizar irrigações com solução nutritiva menos concentrada. A aplicação de água somente para reduzir a salinidade do substrato pode ocasionar rápida hidratação da planta e, assim, elevar o número de frutos rachados. Uma outra alternativa para evitar o desperdício de solução nutritiva é a aplicação de água para reduzir o excesso de sais no substrato e, logo em seguida, aplicar solução nutritiva.

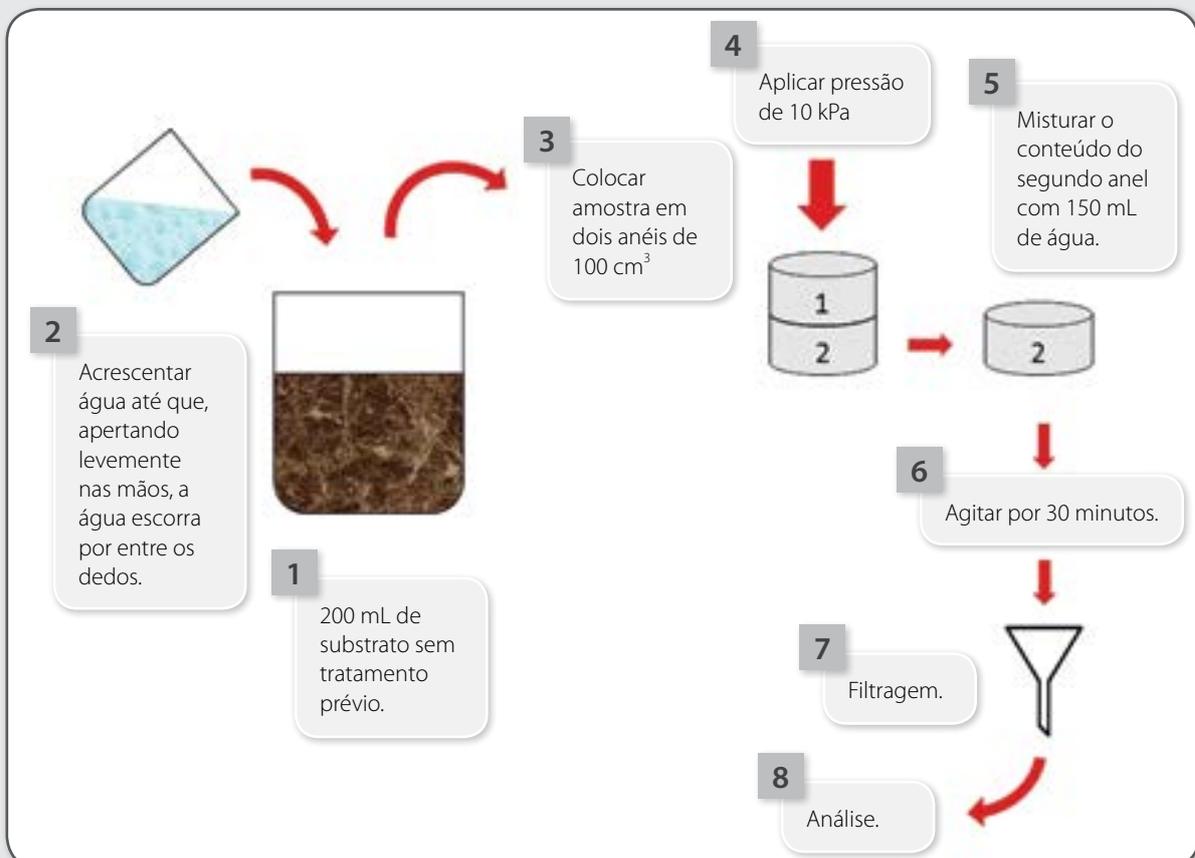
Outros métodos de extração da solução do solo também podem ser utilizados, como pasta de saturação, extratores munidos de cápsulas porosas e relações substrato: água de 1:1,5; 1:2; 1:5 e 1:10 (Figuras 17 e 18).

Figura 17 – Método do extrato de saturação.



Fonte: Adaptado de Warncke, 1986.

Figura 18 – Método 1:1,5 de extração da solução do substrato.



Fonte: adaptado de Sonneveld; Elderen, 1994.

É importante ressaltar que os resultados obtidos para cada método de análise devem ser comparados com padrões ou outros resultados obtidos da mesma forma. A utilização de padrões definidos através de outra metodologia pode levar a interpretações equivocadas. Na Tabela 4 são apresentados faixas de valores de condutividade elétrica obtidos por diferentes métodos de extração da solução do substrato.

Tabela 4 – Interpretação de valores de condutividade elétrica (mS cm^{-1}) para diferentes métodos de extração.

1:5	1:2	Extrato de Saturação	Pour-Through		Indicação
0-0,11	0-0,25	0-0,75	0-1,0		Muito baixo. Os níveis de nutrientes podem não ser suficiente para sustentar crescimento adequado das plantas.
0,12-0,35	0,26-0,75	0,76-2,0	1,0-2,6		Baixo. Adequado para mudas e plantas sensíveis à salinidade.
0,36-0,65	0,76-1,25	2,0-3,5	2,6-4,6		Normal. Condição padrão para a crescimento radicular da maioria das plantas.
0,66-0,89	1,26-1,75	3,5-5,0	4,6-6,5		Alto. Pode resultar em redução do vigor e do crescimento das plantas, especialmente durante tempo quente e em espécies sensíveis à salinidade.
0,9-1,10	1,76-2,25	5,0-6,0	6,6-7,8		Muito alto. Pode resultar em injúrias devido à reduzida absorção de água. Menores taxas de crescimento, murcha da planta e queima das bordas das folhas.

Fonte: Cavis et al., 2000

9 USO DA ILUMINAÇÃO ARTIFICIAL

O tomateiro é uma cultura altamente exigente em luminosidade e em condições de baixa intensidade luminosa e/ou menor fotoperíodo apresenta redução na produção e abortamento de flores, além da manifestação de distúrbios fisiológicos como menor síntese de licopeno, gerando frutos com ombro amarelo ou manchados.

Em cultivos de tomate de mesa, a condução vertical das plantas causa o autossombreamento das folhas, principalmente do terço médio e inferior das plantas, o que conseqüentemente resulta em redução da atividade fotossintética das folhas nessas regiões.

Sendo assim, em regiões ou períodos do ano com menor disponibilidade de radiação solar, a suplementação luminosa pode ser uma tecnologia promissora para aumentar a produtividade e a qualidade dos frutos. A suplementação luminosa pode ser realizada no topo do dossel e/ou próximo da região mais sombreada da planta, dependendo da disponibilidade de radiação solar no local de cultivo.

Uma das técnicas favoráveis para o aumento da produtividade em ambientes protegidos e que tem crescido nos últimos anos é a utilização, dentro das estufas, de lâmpadas com diodos emissores de luz, conhecidas como tecnologia LED. O emprego desse tipo de tecnologia tem influência direta na fisiologia e atividade metabólica das plantas, estimulando a atividade fotossintética na faixa do espectro de luz adequado para muitas espécies vegetais de importância econômica, entre elas flores e hortaliças.

A aplicação da radiação artificial começou a ser estudada e aplicada há muitos anos para diversas culturas, especialmente em espécies ornamentais, nas quais o controle da floração e do tamanho e aparência das folhas e dos caules são importantes comercialmente, mais intensamente naquelas latitudes em que o fotoperíodo é limitante para a produção comercial. Mais recentemente, e com o aumento da importância da produção de hortaliças em ambientes protegidos, surgiram tecnologias de radiação mais desenvolvidas, como as lâmpadas de luz LED.

A quantidade da radiação fotossinteticamente ativa absorvida pelas folhas e a eficiência com que estas convertem a energia luminosa em energia química pela fotossíntese está relacionada com a produção de biomassa pelas plantas. Por isso, o suplemento da radiação artificial no interior do dossel é considerado um método efetivo para garantir a eficiência na assimilação da luz e o incremento na produção dos frutos de tomate.

A capacidade das lâmpadas LED em controlar o espectro da radiação útil para várias espécies vegetais, o baixo calor que emitem (consideração importante em estufas com altas temperaturas acumuladas no seu interior), menor consumo elétrico, possibilidade de se adaptar a diferentes níveis do dossel das culturas e a vida útil prolongada do equipamento são vantagens que essa tecnologia oferece em comparação com outros sistemas de iluminação empregados na horticultura, os mais comuns baseados em lâmpadas de sódio de alta pressão.

Em geral, o crescimento da planta em resposta ao ambiente é influenciado pela quantidade e qualidade da luz. Incrementos na fotossíntese líquida e no crescimento das plantas correlacionam-se com alta intensidade da luz, enquanto modificações na anatomia, fisiologia e morfologia das folhas aparecem com mudanças no espectro de luz disponível.

A luz LED é formada por um único tipo de diodo semiconductor. O fluxo de energia vai do anodo ao cátodo, nunca no sentido contrário, e os elétrons se juntam em eletrodos de diferentes voltagens até atingir um nível de energia menor. Nesse momento, a energia é liberada em forma de fóton.

A capacidade de controlar o espectro da radiação é uma das características mais interessantes da iluminação com LED, isso porque a lâmpada pode ser configurada para coincidir com os fotorreceptores da planta e, assim, otimizar a produção sem perder energia em ondas de radiação não produtiva. Até mesmo a morfologia da planta pode ser influenciada pelo espectro luminoso, o qual pode ser personalizado para algumas culturas em específico, ou para determinados protocolos de produção.

No processo fotossintético, as clorofilas absorvem mais eficientemente comprimentos de onda no espectro do azul e do vermelho. Dessa forma, configurando-se as lâmpadas nesse espectro da radiação, eliminam-se a absorção de outros comprimentos de onda presentes na radiação natural. O padrão do espectro da radiação do azul LED (450 – 470 nm) e do vermelho LED (650 – 665 nm) corresponde bem com o espectro de absorção de luz de carotenoides e clorofila. A combinação de azul e vermelho na relação 1:1 favorece o acúmulo de matéria seca em plantas de tomate e o aumento da área foliar específica.

A localização da fonte de luz em relação à posição da superfície fotossintética da planta é também uma questão importante. O projeto da lâmpada define o ângulo da orientação da luz, assim como a altura em que esta é colocada. A uniformidade da luz é maior nos casos que estão dispostos um grupo de pequenas luzes LED ao longo de uma barra.

Mesmo com alta intensidade da radiação, os sistemas de luz LED podem ser colocados próximos à planta, pois emitem baixo calor radiante, possibilitando que a colocação seja feita nos níveis inferiores do dossel, aumentando assim o aproveitamento da luz nas áreas mais críticas e com menor atividade. O baixo consumo elétrico dessas lâmpadas também é importante em termos de questão ambiental, visto que até 80% de redução no consumo de energia elétrica pode ser atingido por essa tecnologia. As lâmpadas LED possuem ainda outras vantagens, como falta de necessidade de aquecimento, controle do seu funcionamento pelo operador, além de vida útil longa, o que permite funcionamento prolongado e contínuo. Mesmo depois de 50.000 horas de operação, a lâmpada LED ainda mantém 70% da sua iluminação original. Além disso, não contém mercúrio, o qual precisa ser tratado adequadamente, nem têm superfícies de vidro que podem provocar ferimentos.

Embora as vantagens sejam muitas, a implementação da tecnologia de luz LED na horticultura comercial ainda não é frequente, visto que seu custo é elevado, embora o preço venha diminuindo.

Em culturas cultivadas no interior de estufas e que precisam de sistemas de condução vertical, como o tomate, há grande quantidade de tecido vegetal na parte inferior do dossel, o que favorece o autossombreamento dessa planta, ou da linha adjacente. Nesses casos, a radiação

artificial intradossel tem demonstrado ser muito útil na prevenção do autossombreamento e no aumento da produtividade em culturas com dossel estreito. No caso das hortaliças, o aumento na produtividade como resposta à elevação da atividade fotossintética das plantas, justifica o emprego da radiação suplementar. Além disso, nos últimos anos, a produção de hortaliças a partir de mudas enxertadas tem aumentado devido ao maior controle de doenças de solo e às produtividades maiores atingidas por serem plantas mais saudáveis e vigorosas.

Sistemas de iluminação artificial com o uso de lâmpadas LED (Figura 19) foram desenvolvidos para o uso no topo e no interior do dossel e estão sendo comercialmente utilizados em locais de altas latitudes, como alguns países da Europa, Japão e Canadá, para o cultivo de diversas plantas, principalmente aquelas tutoradas, como o tomateiro. Atualmente essa tecnologia vem sendo testada entre o dossel do tomateiro na ESALQ/USP com resultados promissores, cujo aumento de produtividade foi de 15%. Em regiões como o Sul do Brasil, a redução da intensidade luminosa e do comprimento do dia no inverno limita o aumento de produtividade do tomateiro, o que faz da lâmpada LED uma tecnologia de iluminação com grande potencial de aplicação durante o cultivo dessa hortaliça.

Figura 19 – Lâmpadas LED no cultivo do tomateiro.



Fonte: Campagnol et. al., 2017.

10 CONTROLE FITOSSANITÁRIO

O manejo fitossanitário das plantas é muito importante para garantir sua longevidade e a qualidade dos frutos. No sistema de cultivo onde não se realiza a poda apical, o controle fitossanitário, pode prolongar o ciclo por mais de seis meses. A importância é ainda maior quando se leva em conta o custo por semente, que no caso dos híbridos de minitomates é muito elevado.

Alto nível de controle fitossanitário pode ser obtido por meio do manejo integrado de pragas e doenças (MIPD). O MIPD é uma técnica muito eficiente e sustentável, que visa não somente ao controle do patógeno ou praga, mas à utilização de diferentes métodos para evitar sua ocorrência e disseminação.

Um dos métodos mais eficientes e baratos de controle de doenças é o uso de variedades resistentes. Deve-se, quando possível, escolher um material que apresente resistência ou tolerância a várias doenças ou à que mais limita a produção. Entretanto, quando uma variedade de tomate não possui essa característica, outras práticas devem ser adotadas.

Ao iniciar a produção, deve-se prestar atenção aos meios de introdução de insetos pragas e patógenos no ambiente de cultivo. Nesse sentido, é importante garantir a inexistência de rasgos e furos na tela lateral e ou nas portas de entrada das estufas agrícolas. A instalação de antecâmara e de tela antiafídeos é uma importante medida para impedir a entrada e disseminação de pragas e doenças do ambiente externo para o interior das estufas agrícolas (ZAMBOLIM et al., 2000). O uso de pé de lúvio (caixa contendo produto desinfestante) contribui para a redução da entrada de patógenos trazidos nos calçados das pessoas que entram na estufa. Outras medidas eficientes de prevenção fitossanitária consistem: na aquisição de mudas de qualidades e substratos livres de patógenos e, produzidos por empresas idôneas; no uso de água de irrigação de fontes confiáveis, livres de contaminação biológica; na utilização de filtros de areia e de agentes químicos e biológicos para controle de microrganismos.

A eliminação de plantas infectadas por vírus ou debilitadas pela ocorrência de alguma outra doença, prática conhecida como “roguing”, deve ser feita com frequência para evitar a disseminação do problema. Isso também é evitado por meio de limpeza e desinfecção do ambiente e dos instrumentos de trabalho, como tesouras de poda, carrinhos, caixas de colheita, entre outros. (RODRIGUES, 2002).

É preciso ainda considerar que o manejo nutricional adequado das plantas é a chave para obtenção de plantas saudáveis e menos predispostas a infecções e ataque por pragas. A aplicação excessiva de nitrogênio, por exemplo, induz o acúmulo de compostos nitrogenados nas plantas, o que as tornam mais atrativas ao ataque de pragas e doenças (CHABOUSSOU, 1987). Por outro lado, plantas enfraquecidas por deficiência de algum nutriente também estão mais predispostas à infecção por patógenos.

Com relação ao controle químico, esse deve ser realizado somente quando necessário e sob orientação de um Engenheiro Agrônomo. É recomendável a utilização de produtos devidamente registrados para a cultura do tomateiro e, preferencialmente, com ação seletiva. É também essencial aplicar os defensivos químicos de acordo com a dose recomendada na bula do produto e respeitar o seu período de carência. Deve-se ainda, evitar o uso repetido de produtos com o mesmo mecanismo de ação sobre o patógeno ou praga como forma de reduzir a possibilidade do surgimento de indivíduos resistentes.

O controle biológico e o uso de produtos de origem vegetal são estratégias dentro do manejo integrado de pragas e doenças que vem sendo cada vez mais pesquisadas e utilizadas no Brasil. Apresentam grande apelo ambiental e sustentável e permitem uma maior agregação de valor ao produto. São exemplos desses tipos de produtos os ácaros predadores *Neoseiulus californicus*, *Phytoseiulus macropilis*, *Stratiolaelaps scimitus*, microvespa *Trichogramma pretiosum*, bactéria *Bacillus thuringiensis*, fungo *Beauveria bassiana*, produtos à base de Neem (*Azadirachta indica*) e de óleos essenciais de citros (D-limoneno).

Outra medida de controle que interfere no desenvolvimento e propagação de pragas e doenças em cultivos protegidos é o manejo das condições climáticas do ambiente, como temperatura, umidade do ar e do solo/substrato, luminosidade e ventilação. Alterações desses fatores podem ser feitas através da abertura das laterais da casa de vegetação, uso de plásticos antivírus e telas de sombreamento, sistemas de resfriamento e nebulização, colocação de *mulching* sobre o solo e manejo da irrigação.

Figura 20 – Algumas medidas utilizadas dentro do manejo integrado de pragas e doenças em ambiente protegido. Antecâmara (A); esterilização de ferramentas (B); pé de lúvio (C); armadilhas para inseto (D).



Fonte: Scariot, 2016.

11 COLHEITA

A colheita de minitomates se inicia entre 60 e 110 dias após o transplante das mudas, dependendo da variedade e do tipo de muda utilizado, além das condições climáticas durante as fases de cultivo e do estado nutricional e fitossanitário das plantas. A colheita pode se estender por até mais seis meses; no caso do sistema de condução do tipo carrossel, o período de colheita pode se estender por até 12 meses. É a operação que demanda mais mão de obra e deve ser realizada semanalmente, colhendo-se preferencialmente apenas os frutos que exibem coloração vermelha homogênea (Figura 21).

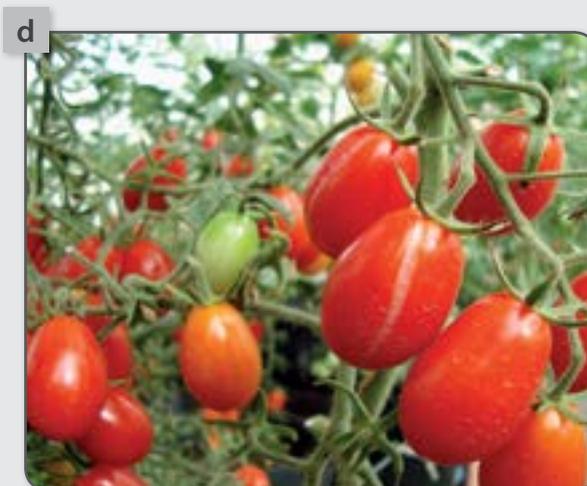
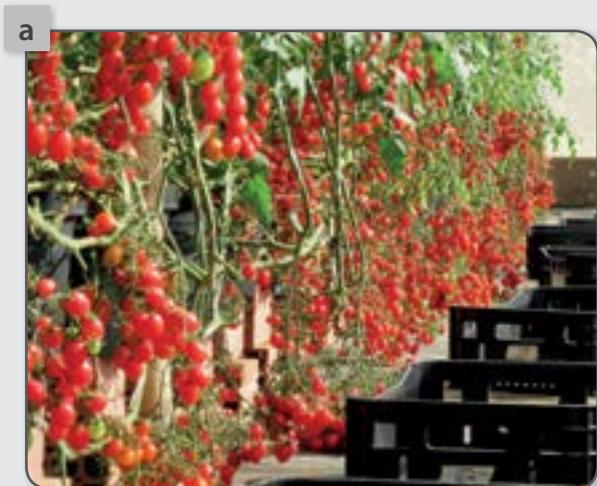
A realização da colheita dos frutos no ponto de maturação ideal é de suma importância, uma vez que um dos maiores diferenciais dos tomates *grape* é o seu sabor adocicado devido a maior concentração de açúcares ($^{\circ}$ Brix elevado). O balanço entre as concentrações de açúcares solúveis e de ácidos orgânicos define o sabor do fruto (MOURA et al., 2005). Os açúcares solúveis presentes nos frutos são principalmente açúcares redutores, que aumentam progressivamente com o seu desenvolvimento e amadurecimento (WINSOR et al., 1962). Contudo, quanto mais tempo o fruto permanecer na planta, maior será sua suscetibilidade a rachaduras, principalmente em períodos quentes e secos, nos quais a transpiração da planta é maior e a variação de umidade do substrato também.

Em função disso, o ponto ideal de colheita seria o estágio imediatamente após o fruto alcançar o teor mínimo de sólidos solúveis requerido para a comercialização. Esse valor varia de acordo com o destino do produto. Mercados mais exigentes e que também remuneram melhor, exigem frutos de maior qualidade, como teor de açúcares mais elevado, sendo necessário manter o fruto por mais tempo na planta até atingir o ponto ideal. Contudo, valores elevados de açúcares nos frutos somente são possíveis de obter em condições adequadas de cultivo, principalmente quando realizado um bom manejo nutricional, fitossanitário e hídrico das plantas.

A operação de colheita deve ser realizada nas horas mais frescas do dia, com o intuito de preservar as propriedades qualitativas dos frutos, evitar rachaduras e proporcionar maior conforto térmico aos trabalhadores. Isso também contribui para aumentar o rendimento da operação.

Os frutos colhidos devem ser acondicionados em recipientes fabricados preferencialmente com materiais que possibilitem a fácil higienização, sanitização e que sejam duráveis. É recomendável para a colheita o uso de cestas plásticas com alça, possibilitando que os funcionários fiquem com as duas mãos livres. As caixas plásticas para acondicionamento dos frutos devem ter altura reduzida (1/2 caixa – 59 x 38 x 24 cm) para evitar a formação de camadas muito altas e, assim, acarretar danos aos frutos (Figura 21).

Figura 21 – Frutos em ponto de colheita (A); colheita dos frutos em caixas plásticas com alça (B), caixa para acondicionamento dos frutos colhidos (C); frutos rachados (D).



Fonte: Campagnol et. al., 2017.

12 PROCESSAMENTO E CLASSIFICAÇÃO

Mini tomates são produtos hortícolas de alto valor agregado, exigindo assim, um alto padrão de qualidade nas fases pré e pós-colheita.

Depois de colhidos, os frutos devem passar pelo processo de beneficiamento e classificação, que começa pela remoção de frutos rachados, manchados e ou lesionados. Em seguida, os frutos devem ser classificados de acordo com o tamanho. As classes de tamanho podem variar conforme o produtor ou empresa beneficiadora, não havendo uma norma específica para isso. Um dos critérios de classificação adotados separa os frutos em pequenos (diâmetro < 1,8 cm), médios (maior que 1,8 cm e menor que 2,5 cm) e grandes (> 2,5 cm) (Figura 22). Os frutos podem ainda ser classificados pela cor, uma vez que durante a colheita, mesmo tomando cuidado, podem ser colhidos frutos em estádios de maturação diferentes do ideal. A classificação por tamanho e coloração pode ser feita por máquinas que ainda realizam a sanitização e secagem dos frutos.

Figura 22 – Máquina para beneficiamento de tomates *grape* (A e B); frutos classificados por tamanho (C); e embalados e caixas plásticas transparentes (D).



Fonte: Scariot, 2016 (A e B); Campagnol et. al., 2017 (C e D).

A sanitização visa à retirada de restos vegetais indesejados, de impurezas que possam estar aderidas sobre os frutos. Ademais, ainda contribui para reduzir o risco de contaminação por microrganismos garantindo a segurança alimentar, além de estender a vida pós-colheita do produto. Essa prática é obrigatória quando os produtos são comercializados prontos para o consumo.

A contaminação microbiana dos vegetais pode ocorrer através de técnicas de cultivo, armazenamento, transporte e distribuição inadequadas. O uso de adubo orgânico e de água contaminada para irrigação também podem resultar em contaminações por microrganismos indesejáveis, principalmente quando as condições de higiene no manuseio e preparo das refeições não são adequadas e as hortaliças e frutas são consumidas *in natura* (PACHECO et. al., 2002). Daí ser essencial utilizar água de boa qualidade para fazer a higienização e sanitização desses alimentos, bem como a limpeza dos equipamentos e utensílios utilizados. Com isso, evita-se a contaminação cruzada e aumenta-se a segurança microbiológica dos alimentos. (SUSLOW, 1997).

A etapa de secagem dos frutos assume grande importância na preservação da qualidade além de contribuir para melhorar as características visuais do produto depois de embalado.

13 PÓS-COLHEITA

A durabilidade pós-colheita dos frutos de tomate é uma das características mais importantes, independentemente do segmento varietal, uma vez que, para ser comercializado a longas distâncias, o produto passa muito tempo em deslocamento e na prateleira dos pontos de venda.

Em minitomates, por se tratar de um produto de alto valor agregado, a utilização de métodos que possibilitem aumentar a vida de prateleira dos frutos é viável e já vem sendo utilizados por alguns produtores, como as embalagens plásticas e o armazenamento e transporte refrigerado.

Quando mantidos em ambiente refrigerado (temperatura de 12 °C e umidade relativa do ar de 90%) e embalados adequadamente, os frutos podem ser armazenados por até 33 dias (SANDRI et al., 2015).

14 COMERCIALIZAÇÃO

Os minitomates são geralmente comercializados em bandejas plásticas transparentes, geralmente rotuladas, de diferentes pesos, podendo os frutos estarem soltos ou em penca. A bandeja plástica transparente ressalta o apelo visual do vermelho intenso dos frutos (Figura 23). Ademais, as empresas têm investido em embalagens diferenciadas, associando o produto com personagens de histórias de quadrinhos e desenhos animados, visando estimular o consumo entre o público infantil.

Como o tomate *grape* é um produto diferenciado, de alto valor agregado, as empresas têm investido em sistemas de rastreabilidade e de certificação. Essas ações são essenciais para as empresas ganhar mercado e constitui garantia de qualidade e segurança alimentar para os consumidores.

A impressão de códigos de barra lineares ou bidimensionais (“QR code”) no rótulo das embalagens permite a rastreabilidade do produto, possibilitando ao consumidor checar todas as informações desde o plantio até a chegada aos pontos de comercialização. Para os produtores, uma das vantagens do sistema de rastreabilidade é que propicia maior visibilidade para sua marca, tornando-a mais confiável e segura, o que contribui para o aumento do consumo, que é a principal meta de quem produz.

Figura 23 – Formas de comercialização de minitomates.



Fonte: Campagnol et. al., 2017 (A, B e D); Scariot, 2016 (C).

REFERÊNCIAS

- ABAK, K.; CELIKEL, G. Comparison of dome Turkish originated organic and inorganic substrates for tomato soilless culture. **Acta Horticulturae**, n. 366, p. 423-427, 1994.
- ABCSEM. Associação Brasileira de Comercio de Sementes e Mudas. **Informações do setor 2011**. Disponível em: <<http://www.abcsem.com.br/dados-do-setor>>. Acesso em: 20 mar. 2016.
- ALVARENGA, M. A. R.; MEO, P. C. T.; SHIRAHIGE, F. H. Cultivares de tomate de mesa. In ALVARENGA, M. A. R. (Org.). **Tomate: produção em campo, casa de vegetação e hidroponia**. Lavras: Editora Universitária de Lavras, v. 1, p. 39-62, 2013.
- ALVARENGA, M.A.R. **Tomate: produção em campo, casa de vegetação e hidroponia**. Lavras: Editora Universitária da UFLA, 2013. 445 p.
- ANDRIOLO, J. L.; DUARTE, T.S.; LUDKE, L.; SKREBSKY, E. C. Crescimento e desenvolvimento do tomateiro cultivado em substrato com fertirrigação. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 15, n. 1, p. 8-32, 1997.
- CAMPAGNOL, R. **Cultivo de tomate grape**. Palestra apresentada no Simpósio de Hortalças. Inovações no setor hortícola: Baby e mini horti. Piracicaba: Esalq/USP: 2012.
- CAVINS, T. J. et al. Monitoring and managing pH and EC using the pourThru extraction method. **Raleigh: Horticulture Information Leaflet j NCSU**, 2000.
- CAVINS, T. J.; WHIPKER, B. E.; FONTENO, W. C. Establishment of Calibration Curves for Comparison of Pour Thru and Saturated Media Extract Nutrient Values. **HortScience**, Alexandria, v. 39, n. 7, p. 1635-1639, 2004.
- CHABOUSSOU, F. **Plantas doentes pelo uso de agrotóxicos: a teoria da trofobiose**. Porto Alegre: L&PM, 1987. 256 p.
- DORAIS, M.; PAPADOPOULOS, A. P.; GOSSELIN, A. Influence of electric conductivity management on greenhouse tomato yield and fruit quality. **Agronomie**, Paris, v. 21, n. 4, p. 367-383, 2001.
- FAOSTAT. Crops Production 2012, **Tomato**. Disponível em: <<http://faostat.fao.org>>. Acesso em: 21 set. 2016.
- FAQUIN V; FURTINI NETO A.E; VILELA L.A.A. **Produção de alface em hidroponia**. Lavras: UFLA, 1996. 50 p.
- FURLANI, P. R. et al. **Cultivo hidropônico de plantas**. Campinas: Instituto Agrônômico. 1999. 52 p.
- GUEDES, I.M.R.; BOITEUX, L.S. **Produção de tomate cereja ou grape sob cultivo protegido: manejo cultural e genética varietal**, 2010. Disponível em: <<http://scienceblogs.com.br/geofagos/2012/04/producao-de-tomate-cereja-ou-grape-sob-cultivo-prottegido-manejo-cultural-e-genetica-varietal/>>. Acesso em: 20 mar. 2014.

HAAG, H.P. et al. Princípios de nutrição mineral: aspectos gerais. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO E ADUBAÇÃO DE HORTALIÇAS. **Anais**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1993, p. 51-73.

IBGE/LSPA. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola de 2015**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 21 set. 2016.

JUNQUEIRA, A. H.; PEETZ, M. S. **Sweet Grape**: um modelo de inovação na gestão da cadeia de produção e distribuição de hortaliças diferenciadas no Brasil. Escola Superior de Propaganda e Marketing (ESPM) / Central de Cases. 2011. 19 p.

KÄMPF, A.N. Seleção de materiais para uso como substrato. In: KÄMPF, A.N.; FERMINO, M.H. (Ed.). **Substratos para plantas**: a base da produção vegetal em recipientes. Porto Alegre: Gênese, 2000. p.139-145.

MARQUELLI, W. A.; SILVA, W. L. C.; SILVA, H. R. **Manejo da irrigação em hortaliças**. 5. ed. Brasília, DF: EMBRAPA-SPI: EMBRAPA-CNPQ, 1996. 72 p.

MELO, P.C.T. **Desenvolvimento tecnológico para o cultivo do tomateiro de mesa em condições agroecológicas tropicais e subtropicais**. 2017. 193p. Tese (Livre-Docência) – versão revisada – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2017.

MELO, P.C.T.; LOPES, C.A.; GIORDANO, L.B. Distúrbios fisiológicos do Tomateiro. In: LOPES, C.A.; ÁVILA, A.C. (eds). **Doenças do tomateiro**. Brasília: Embrapa Hortaliças. 2005. p.101-132.

MELO, P.C.T.; MELO, A.M.T. Avanços e principais gargalos da cadeia brasileira de tomate de mesa. In: Miriam Lins Oliveira. (Org.). Anuário HF 2014 - **Campo & Negócios**. 1a. ed. Uberlândia: Campo & Negócios, 2014, v. 01, p. 06-14.

MINAMI K. **Produção de mudas de alta qualidade**. Piracicaba: Degaspari, 2010, 440 p.

MINAMI, K.; SALVADOR, E. D. **Substrato para mudas**. Piracicaba: USP/ESALQ/Degaspari, 2010. 209 p.

MOURA, M.L. et al. Fisiologia do amadurecimento na planta do tomate ‘Santa Clara’ e do mutante ‘Firme’. **Horticultura Brasileira**, v. 23, p. 81-85, 2005.

PACHECO, M. A. S. R. et al. Condições higiênicas sanitárias de verduras e legumes comercializados no Ceagesp de Sorocaba/SP. **Higiene Alimentar**, v. 16, n. 101, p. 50-55, 2002.

RODRIGUES, L. R. F. **Técnicas de cultivo hidropônico e de controle ambiental no manejo de pragas, doenças e nutrição vegetal em ambiente protegido**. Jaboticabal: FUNEP, 2002. 762 p.

SANDRI, D. et al. ‘Sweet Grape’ tomato post harvest packaging. **Engenharia Agrícola**, v. 35, p. 1093-1104, 2015.

SONNEVELD C; ELDEREN CW. Chemical analysis of peaty growing media by means of water extraction. *Communication on Soil Science and Plant Analysis*, v. 25, p. 3199-3208, 1994.

SUSLOW, T. Postharvest chlorination: basic properties and key points for effective disinfection. In: ANNUAL WORKSHOP FRESH-CUT PRODUCTS: MAINTAINING QUALITY AND SAFETY, 5. 1999, Davis. **Proceedings**... Davis: University of California, 1997. Section 9c, p. 8.

VAN DER VOOREN, J.G.; WELLES, W.H.; HAYMAN, G. Glasshouse crop production. In: ATHERTHON, J.G.; RUDICH, J. (Ed). **The tomato crop**. London: Chapman and Hall, 1986. p. 581-563.

WARNCKE, D. D. Analyzing greenhouse growth media by the saturation extraction method. **HortScience**, v. 21, p. 223-225, 1986.

WINSOR, G. W., J. N. DAVIES; D. M. MASSEY. Composition of tomato fruit. IV. Changes in some constituents of the fruit walls during ripening. **J. Sci. Food & Agric**, v. 13, p. 141-145.

ZAMBOLIM, L.; VALE, F. X. R.; COSTA, H. **Controle de doenças de plantas: hortaliças**. Viçosa: Editora UFV, 2000. v. 1, 2.



SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM RURAL

Administração Regional do Estado do Paraná
Rua Marechal Deodoro, 450 - 16º andar
Fone: (41) 2106-0401 - Fax: (41) 3323-1779
80010-010 - Curitiba - Paraná
e-mail: senarpr@senarpr.org.br
www.sistemafaep.org.br



Facebook
Sistema Faep



Twitter
SistemaFAEP



Youtube
Sistema Faep



Instagram
sistema.faep



Linkedin
sistema-faep



Flickr
SistemaFAEP