

3. Produção de mudas

Marçal Henrique Amici Jorge¹ e Raphael Augusto de Castro e Melo¹

¹Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Centro Nacional de Pesquisa de Hortaliças marcal.jorge@embrapa.br; raphael.melo@embrapa.br.

1. Introdução

A área cultivada com tomate no Brasil, em 2018, foi de 59.726 hectares com uma produção de 4.084.910 toneladas (IBGE/LSPA, 2019). Para que a PI de tomate seja efetivada nas diferentes regiões, a qualidade das mudas é um fator primordial no processo produtivo. Como exemplo de sua importância na cadeia de valor dessa hortaliça, em 2016, houve um faturamento total de US\$18,68 milhões apenas com a produção de mudas, além de US\$60,51 milhões com sementes de tomate para mesa (CNA, 2017). Trata-se de uma atividade de caráter altamente técnico, realizada por viveiristas que atuam como fornecedores de plântulas com elevado padrão fisiológico e sanitário, que se torna cada dia mais evidentes (Figura 1). Nesse aspecto, os insumos utilizados e o manejo adotado são decisivos para o sucesso dessa etapa que antecede a produção no campo (Jorge et al., 2016).

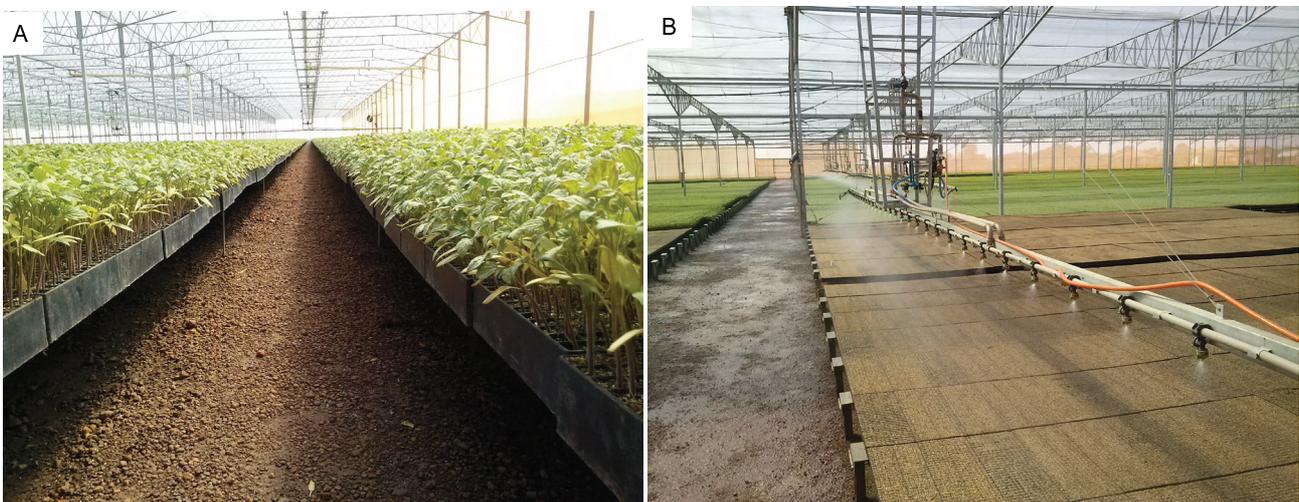


Figura 1. Produção de mudas de tomate. Vista das mudas em bandejas (A). Detalhe de barra de irrigação em funcionamento (B)

Fotos: Marçal H. A. Jorge

2. Aspectos técnicos da produção de mudas de tomate

Um viveiro profissional que atenda às necessidades técnicas e ao que rege a legislação vigente deve contar com um conjunto de estruturas e equipamentos (Figura 2). Cada uma dessas categorias varia grandemente em função da localização geográfica, nível tecnológico adotado/dispo-

nível e escala de produção. Ao se estabelecer um novo empreendimento associado à produção integrada (PI), recomenda-se aos responsáveis técnicos o planejamento detalhado desses componentes, conforme consta em Lima et al. (2016).



Figura 2. Estrutura de um viveiro comercial de produção de mudas de tomate. Escritório (A). Trator empilhador em parte externa aos telados (B). Galpão para sementeira (C)

Fotos: Marçal H. A. Jorge

3. Qualidade da água

A qualidade da água impacta sobremaneira o desenvolvimento das plantas, especialmente quando em sistemas sem solo (substrato e, certamente, é um dos insumos mais críticos da produção em viveiros (Ingram, 2014a).



Fontes de água superficiais, como rios, córregos, açudes ou reservatórios pluviosos, não são recomendadas para a produção de mudas. É indicado, portanto, o uso de poços semiartesianos que utilizam água subterrânea (Lima et al., 2016).

Os riscos de utilização de águas e sua contaminação requerem cuidados referentes aos indicadores de qualidade, amostragem para análise, classificação e medidas de tratamento (Marouelli et al., 2014). Alguns dos parâmetros analisados rotineiramente por laboratórios, suas unidades e valores normais são apresentados na Tabela 1.

TABELA 1. Principais parâmetros utilizados na avaliação da qualidade da água para irrigação

PARÂMETRO	SÍMBOLO	UNIDADE	VALORES NORMAIS
Salinidade (teor de sais)			
Condutividade elétrica	CE _a	dS m ⁻¹ (25°C)	0 - 3
Sais dissolvidos totais	SDT	mg L ⁻¹	0 - 2000
Cátions e ânions			
Cálcio	Ca ⁺⁺	mmol _c L ⁻¹	0 - 20
Magnésio	Mg ⁺⁺	mmol _c L ⁻¹	0 - 5

(Continua)

TABELA 1. Principais parâmetros utilizados na avaliação da qualidade da água para irrigação (Continuação)

PARÂMETRO	SÍMBOLO	UNIDADE	VALORES NORMAIS
Sódio	Na ⁺	mmol _c L ⁻¹	0 - 40
Cloreto	Cl ⁻	mmol _c L ⁻¹	0 - 30
Sulfato	SO ₄ ⁻	mmol _c L ⁻¹	0 - 20
Carbonato	CO ₃ ⁻	mmol _c L ⁻¹	0 - 0,1
Bicarbonato	HCO ₃ ⁻	mmol _c L ⁻¹	0 - 10
Nutrientes			
Nitrogênio - Nitrato	N-NO ₃ ⁻	mgL ⁻¹	0 - 10
Nitrogênio - Amônio	NNH ₄ ⁺	mgL ⁻¹	0 - 5
Fósforo - Fosfato	P-PO ₄ ³⁻	mgL ⁻¹	0 - 1
Potássio	K ⁺	mgL ⁻¹	0 - 2
Outros			
Acidez	Ph	-	6,0 - 8,0
Boro	B	mgL ⁻¹	0 - 2
Relação de adsorção de sódio	RAS ^o	(mmol _c L ⁻¹)	0 - 15

¹Fonte: Amorim et al (2008); UCCC (1974); Ayers e Westcot (1994). dS m⁻¹ (deciSiemens por metros) = mmho cm⁻¹; mg L⁻¹ miligramas por litro) = partes por milhão (ppm), mmolL⁻¹ (milimol carga por litro) = meq L⁻¹ (miliequivalente por litro). ²N-NO₃⁻ significa que se deve determinar o NO₃⁻ e expressá-lo como equivalente químico do N. Analogamente para N-NH₄⁺ se determinará o NH₄⁺ e expressá-lo na forma de equivalente químico de N elementar. O mesmo procedimento deve ser utilizado para expressar o Fósforo. Fonte: Holanda et al. (2016)

Em sistemas de irrigação localizada, como na produção de mudas de tomate em pequenos vasos (“mudão”), é necessária a atenção quanto a alguns parâmetros e inclusão de outros. Os relacionados à salinidade devem ser manejados, prevenindo-se quanto ao entupimento de emissores (Holanda et al., 2016). Alguns parâmetros químicos da água são detalhados por Ingram (2014b) e podem ser utilizados como referência para manejo.

A contaminação física da água com areia, restos vegetais, insetos, entre outros, pode ser eliminada pela filtração, realizada antes de sua colocação em reservatórios. Quando houver contaminação biológica, deve-se utilizar a cloração, adicionando de 5 mg L⁻¹ a 20 mg L⁻¹ de cloro ativo, por meio de bombeamento por dispositivo do tipo venturi ou bombas injetoras pneumáticas, o que auxiliará na precipitação de Fe⁺² e Mn antes da filtragem (Testezlaf, 2009). Isso implica no uso de pelo menos dois reservatórios (Figura 3): um com a água a ser tratada e outro que a receberá após tratamento. Não é recomendada a cloração diretamente no local de captação, por risco de contaminação ambiental (Lima et al., 2016).

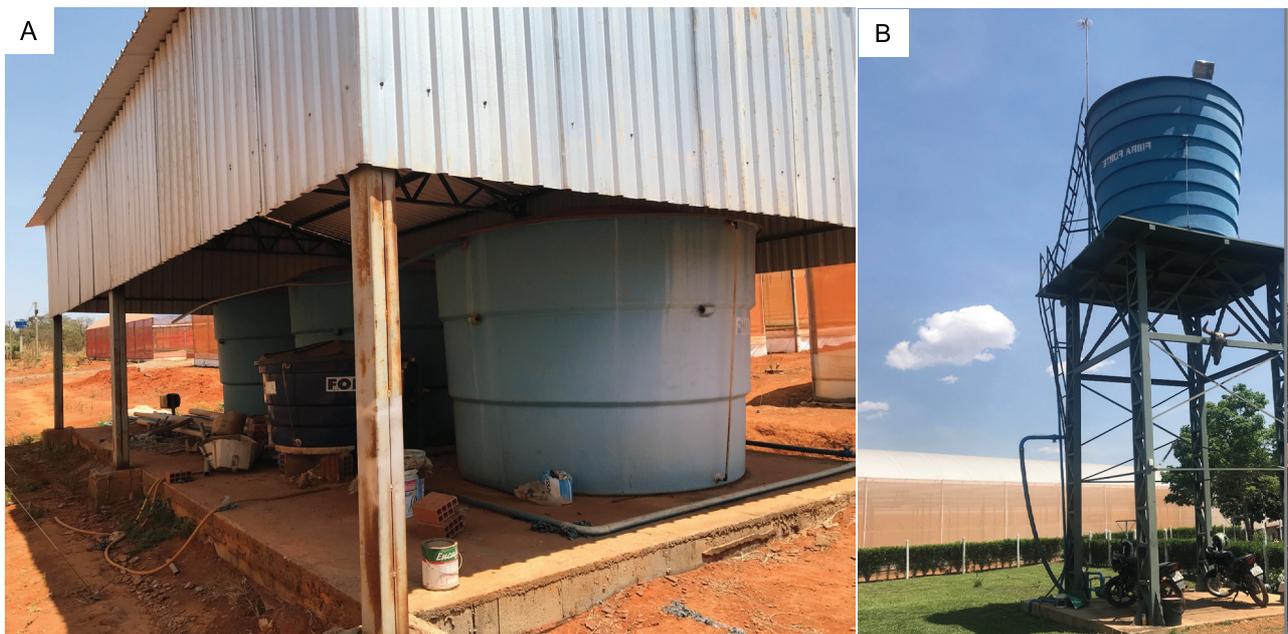


Figura 3. Armazenamento de água captada para suprimento de um viveiro de produção de mudas de tomate (A e B)
Fotos: Marçal H. A. Jorge

4. Qualidade do substrato

As condições físicas e químicas do substrato devem prover adequado armazenamento de água e nutrientes para as plantas, enquanto mantém boa aeração (Maher et al., 2009). Substratos diversos devem apresentar estabilidade de comportamento para seu manejo, permitir armazenamento (Figura 4), ter pouca atividade biológica, ser previsíveis quanto à dinâmica de nutrientes, à ausência de pragas, às sementes de plantas daninhas, aos agentes patogênicos e de substâncias inibidoras de crescimento ou prejudiciais às plantas (Furlani, 2015).



Figura 4. Galpões de armazenamento de substrato adequados em viveiros de produção de mudas de tomate (A e B)
Fotos: Marçal H. A. Jorge



SAIBA MAIS: As definições e normas sobre as especificações e as garantias, as tolerâncias, o registro, a embalagem e a rotulagem dos substratos para plantas constam da Instrução Normativa n.º 14 (IN n.º 14), de 15 de dezembro de 2004 (BRASIL, 2004). Você pode acessar Essa IN, na íntegra, pelo *link*: https://abcsem.com.br/upload/arquivos/IN_14_-_2004%281%29.pdf



No Brasil, os substratos mais utilizados para a produção de mudas de tomate são constituídos basicamente por dois tipos de materiais vegetais: a fibra de coco e a casca de pinus, resultantes do aproveitamento de resíduos da indústria ou de subprodutos do consumo humano. A adição de outros materiais orgânicos ou minerais como turfa de esfagno, casca de arroz carbonizada, vermiculita, corretivos e fertilizantes, em pequenas quantidades, auxilia na retenção de água, aeração, poder tampão e disponibilidade inicial de nutrientes (Lima et al., 2016).

A escolha do substrato deve priorizar suas características físicas, em função do manejo de água (capacidade de retenção – CRA - e aeração/porosidade), enquanto que suas características químicas (pH e CE) são consideradas, levando-se em conta o manejo para fornecimento de nutrientes em quantidades adequadas (nem insuficiência, nem excesso de nutrientes), especialmente nitrogênio, para evitar crescimento acima do padrão do viveiro e atender as necessidades do mercado ao qual as mudas serão destinadas.

A CRA dos substratos comerciais utilizados para mudas de tomateiro no país varia de 60% a 200%. Dessa forma, os turnos ou calendário de irrigação devem estabelecer um equilíbrio entre a água disponível para as plantas e o espaço de aeração para o desenvolvimento das raízes, evitando reduzir a oxigenação e dificultar seu desenvolvimento.

Valores de pH do substrato considerados adequados para mudas de tomateiro variam de 5,6 a 6,2. Para a CE, a depender do método de extração, os valores podem variar de 0,9 mS cm⁻¹ a 1,3 mS cm⁻¹, pela metodologia da pasta saturada, e de 1,3 mS cm⁻¹ a 2,0 mS cm⁻¹, com o método *Pour-Thru* (Torres et al., 2016; Whipker et al., 2018). Tais métodos, ainda que não oficiais, são utilizados em outros países. Em pesquisas nacionais, apresentam boa correlação com o método 1:5 (v/v) preconizado no âmbito da Instrução Normativa nº 17 do MAPA. A CE do método 1:5, obrigatória no rótulo de substratos comerciais brasileiros, via de regra, varia de 0,5 mS cm⁻¹ a 1,2 mS cm⁻¹.

5. Qualidade das sementes

As sementes utilizadas na produção de mudas de tomate por viveiros especializados devem apresentar qualidade satisfatória quanto aos atributos físicos, fisiológicos, sanitários e genéticos. O somatório de todos esses atributos definirá a qualidade, relevante ao processo de produção de mudas, bem como para o sucesso em campo. Lotes de sementes com elevada qualidade apresentam altas taxas de germinação e emergência de plântulas normais (Figura 5), com estruturas de parte aérea e raízes bem formadas, dentro dos padrões determinados pelos viveiristas.

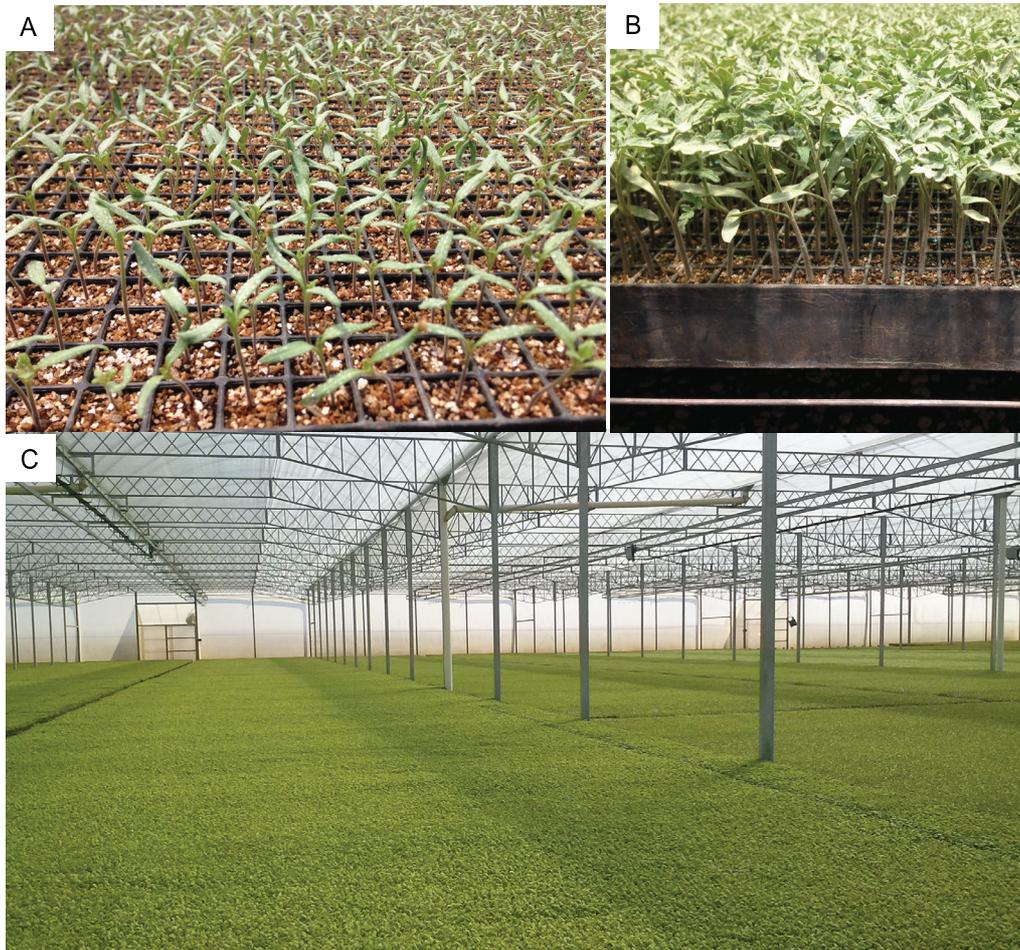


Figura 5. Detalhes do padrão de emergência de plântulas (A e B) e vista das mudas de tomate com desenvolvimento uniforme em um viveiro comercial

Fotos: Marçal H. A. Jorge

Lotes de sementes contaminados por patógenos são um problema de ocorrência comum, mas considerado de difícil detecção ou de medidas preventivas. Os mais frequentes são os fungos e bactérias, que podem estar presentes tanto aderidos à superfície externa como em tecidos internos das sementes, ou mesmo misturados ao lote. As mudas contaminadas produzidas no viveiro (caso não expressem sintomas, ou mesmo expressando, mas não sejam detectadas e descartadas) trarão problemas no campo de produção e acarretarão prejuízos.



Ainda que na maioria dos casos, sementes sejam comercializadas com tratamento químico visando fungos patogênicos, lotes devem ser guardados (amostra) para análise posterior para acionamento/medidas cabíveis relativas às empresas. A uniformidade dos lotes de mudas produzidas está diretamente relacionada à qualidade das sementes. Lotes de sementes de qualidade indesejável já demonstram problemas na fase de emergência (em casos mais graves os problemas já aparecem na germinação) e, na maioria dos casos, não há tempo hábil para corrigir as falhas com repicagens ou ressemeadura.

Os padrões de identidade e qualidade de comercialização são os estabelecidos pelo MAPA, por meio do amparo legal da Lei 10.711 (de 5 de agosto de 2003), do Decreto 5.153 (de 23 de julho de 2004) e das Instruções Normativas números 9 (de 2 de junho de 2005), 24 (de 16 de dezembro de 2005), 25 (27 de junho de 2017) e 42 (de 17 de setembro de 2019). Informações de rótulo são de fundamental importância para conhecimento das características da(s) cultivar(es) e tomadas de decisões durante seu manejo, que se inicia na sementeira.

6. Recipientes (bandejas)

O sistema de produção de mudas de tomate amplamente utilizado por parte dos viveiros especializados é o de bandejas multicelulares, pois facilitam sobremaneira a obtenção de lotes de mudas com alta qualidade. O tipo de bandeja pode variar conforme as características do produtor de mudas e do demandante (produtor) (Figura 6), com volumes de célula normalmente variando de 11 ml a 30 ml. Pode ser de plástico rígido ou flexível e células com geometria trapezoidal, cônica ou cilíndrica.



Figura 6. Pilhas de bandejas multicelulares descartáveis (A) e reutilizáveis (B) utilizadas na produção de mudas de tomate

Fotos: Marçal H. A. Jorge

Há também a produção em recipientes de maior volume, no caso dos chamados mudões. Essa diversidade de número e formatos de células reflete diretamente, tanto nas características e quantidade de outros insumos (por exemplo, o substrato. Seu rendimento (enchimento) pode chegar a uma diferença de 25%), como na quantidade de mudas produzidas no viveiro, que pode variar de 1.245 a 2.554 por m², ou seja, uma diferença de mais de 50%.

A maioria dos viveiros que reutiliza suas bandejas tem estrutura própria de limpeza e desinfecção, uma vez que a introdução de pragas e doenças, via bandejas retornadas, no viveiro, é uma preocupação constante. Por isso, muitos viveiristas optam por bandejas descartáveis justamente para eliminar este problema. Nesse caso, a estrutura de limpeza e desinfecção se torna desnecessária, com economia de mão de obra, tempo e, principalmente, água.

7. Manejo fitossanitário

Vários fitopatógenos que causam doenças ao tomateiro podem estar presentes nas sementes e, assim, serem transmitidos às mudas. Podem alcançar as mudas a partir de alguma fonte externa, como também ocorrer em relação aos insetos-pragas. Dessa forma, para garantir a qualidade sanitária das mudas, é imprescindível que haja um bom manejo de doenças e artrópodes-praga nas diferentes etapas de produção (Koch; Menten, 2016; Cardoso et al., 2016).

Uma das medidas mais eficientes de controle é evitar a entrada do inóculo inicial da doença e de insetos no viveiro. Nesse contexto, algumas medidas preventivas são práticas simples, mas efetivas num processo integrado de manejo do viveiro, como:

- a restrição da entrada e trânsito na área de produção de mudas apenas aos trabalhadores;
- instalação de antecâmara para acesso ao viveiro;
- utilização de sementes e substratos isentos de patógenos;
- desinfecção de ferramentas e bandejas (com cloro ativo e produtos à base de ácidos/peróxidos, geralmente diluídos em concentração que varia de 0,5% a 1,0%, para imersão das ferramentas e bandejas);
- utilização de água de boa qualidade (de preferência, analisada para verificar a qualidade microbiológica);
- uso de telas antiáfideos para fechamento lateral de estruturas (como referência, a malha de 0,239 mm estabelecida pela Instrução Normativa nº 6 de 2011 da Agência Goiana de Defesa Agropecuária - Agrodefesa);
- eliminação de plantas daninhas nas áreas do viveiro e externas;
- manuseio mínimo de mudas, com prévia higienização das mãos com água e sabão, seguido de álcool, além da proibição de fumar (pela transmissão do vírus do mosaico do fumo – TMV);
- descarte adequado de bandejas, mudas e materiais passíveis de contaminação (Koch; Menten, 2016; McAvoy; Ozores-Hampton, 2019).

Por terem efeito mais rápido, agrotóxicos são comumente utilizados quando uma doença ou praga já está instalada e as medidas preventivas falham ou não são suficientes. A rotação de produtos, com modos de ação e ingredientes ativos distintos, é importante para que não haja indução de resistências e perda da sua eficácia ao longo do tempo. Muitos produtores, em função dessa conjuntura, têm migrado para um uso racional combinando-os com produtos biológicos, que ganharam espaço no mercado nos últimos anos, pela possibilidade de registro para um alvo determinado, por terem rápida degradação, baixa fitotoxicidade e ação rápida (Koch; Menten, 2016).

Como exemplos de produtos com ampla adoção em viveiros, têm-se o fungo *Trichoderma* spp. para controle biológicos de patógenos associados ao tombamento de mudas (*damping-off*), como *Rhizoctonia*, *Phytophthora*, *Fusarium* e *Sclerotinia*; a liberação de parasitoides de ovos do gênero *Trichogramma* e a aplicação de *Bacillus thuringiensis* para controle de lagartas; outros *Bacillus*, como o *B. subtilis*, *B. pumilus* e *B. amyloliquefaciens* para o controle de doenças; a *Beauveria bassiana*, que tem ação sobre diversos insetos, e a aplicação/inundação de ácaros predadores junto ao material de cobertura das bandejas, tais como *Stratiolaelaps scimitus* para controle de fungus gnats (*Bradysia* spp.).

Em relação aos biológicos, em geral, estão limitados ao fornecimento por poucas empresas, o que interfere em seu custo (que pode ser muito superior aos químicos em alguns casos). Além disso, nem sempre atuam na eliminação total das pragas e doenças, mantendo-os em população baixa ou em supressão (Koch; Menten, 2016).

Na produção de algumas espécies, tem-se o uso de técnicas/sistemas de amostragem e de índices populacionais para a tomada de decisão. Entretanto, mesmo com uma gama de armadilhas (luminosas, adesivas, feromônios) e sensores (molhamento foliar, variáveis ambientais, entre outros), para a produção de mudas de tomateiro ainda não há critérios definidos ou regulamentados por órgãos oficiais, apenas resultados de pesquisas pontuais. Assim, viveiros profissionais têm utilizado um conjunto de procedimentos voltados a suas necessidades/peculiaridades, elaborados com base na experiência (planilhas e instrumentos de avaliação) e em fatores como a observação do desenvolvimento das plântulas.

8. Processo de formação de mudas

A qualidade das mudas é definida por um conjunto de fatores, os quais são interdependentes. O grau de adoção tecnológica de equipamentos de semeadura automatizados e a identificação eletrônica de lotes por código de barras, por exemplo, vão depender do nível de investimento do viveirista.



O tempo requerido para formação de mudas de tomateiro varia de 3 a 6 semanas (ciclos mais longos são esperados para plantas enxertadas pela necessidade de semeadura prévia da cultivar porta-enxerto, ou para formação de mudas em contêineres de maior volume, quando se almeja que apresentem o primeiro cacho já em formação), dependendo das condições de temperatura e luz (Kubota et al., 2018).

Entre os fatores que afetam os processos fisiológicos das plantas e a ambiência de estruturas, como as estufas onde são produzidas mudas, a luz solar (radiação) é um dos principais, embora muitas vezes seja desdenhado e/ou manejado de forma incorreta (Lopez et al., 2017). No Brasil, a radiação solar incidente em determinados períodos do ano pode ser considerada excessiva para o cultivo de tomate em algumas localidades, por exemplo, na região Nordeste (Rocha, 2007), e insuficiente para locais na região Sul (Buriol et al., 2000; Beckmann et al., 2006).

Por serem condições climáticas contrastantes, pelas dimensões continentais do país, esses cultivos careceriam de intervenções de manejo ou de mudanças estruturais, por meio da utilização de filmes plásticos com diferentes materiais e espessuras, telas (de sombreamento ou fotosselativas), painéis evaporativos (*pad e fan*), ventiladores, aberturas zenitais (janelas e vãos entre arcos), diferentes alturas do pé direito, entre outras (Figura 7).



Figura 7. Detalhe de plástico azul e tela lateral fotosseletiva (A) e da altura do pé direito em dois tipos de estufa de teto em arco (B)

Fotos: Marçal H. A. Jorge

A tomada de decisão referente ao manejo, na maioria das situações, é feita com base em procedimentos empíricos (ex.: sensação térmica dentro da estufa) ou com instrumentos de baixa precisão ou inadequados (luxímetros ou sensores de temperatura simples, que determinarão a abertura ou fechamento de telas). É importante que produtores e técnicos entendam as limitações dessas unidades. As unidades (lux ou candela) desses instrumentos fornecem a intensidade de luz instantânea (no momento em que está sendo realizada a medição). Portanto, essa única medição não representa, com precisão, a quantidade de luz que as plantas recebem durante o dia, pois os níveis de luz natural mudam continuamente (Torres; Lopez, 2016).

As unidades fotométricas são baseadas na quantidade de luz visível, que é detectada pelo olho humano (principalmente luz verde), não sendo adequadas para indicar o nível de luz disponível para fotossíntese em plantas (Torres; Lopez, 2016). Ainda que existam fatores de conversão entre medidas, eles não são adequados, e mudam conforme o instrumento (marca/modelo), bem como o ambiente. Portanto, não podem ser extrapolados, carecendo de uma calibração local com instrumento (sensor) correto.

A radiação fotossinteticamente ativa (PAR em inglês ou RFA em português) é a luz com comprimento de onda entre 400 nm a 700 nm (nanômetros), medida com instrumentos específicos (sensores de RFA ou sensores quânticos), que têm alto grau de precisão, porém custam muito acima do valor de luxímetros. Para mudas de tomateiro, após medição com sensor PAR, sugere-se a conversão em integral de luz diária (ILD ou DLI em inglês) e seu manejo, para que possam prover um mínimo de $6 \text{ mol.m}^{-2}.\text{d}^{-1}$ e máximo de $12 \text{ mol.m}^{-2}.\text{d}^{-1}$ de luz durante sua formação. Procedimentos para a medição, conversões e valores referentes à ILD são encontrados em Torres & Lopez (2016).

O aumento da temperatura no ambiente de produção, advindo das inadequações de manejo da luz/ambiente, também é fator relevante. Ele interfere tanto na velocidade de germinação das sementes, como no crescimento e desenvolvimento das mudas. Temperaturas altas irão acelerar o processo germinativo, e em baixas, o inverso pode acontecer. Em ambos os casos, extremos de tem-

peratura podem tanto induzir uma dormência secundária como inibir totalmente a germinação. Por isso, a estrutura de produção deve ser eficiente em manter a temperatura dentro de uma faixa ideal, que ficaria entre 20°C e 25°C, com extremos que não ultrapassassem os 13°C de mínima, pois abaixo desse valor não há germinação (Heuvelink; Okello, 2018), nem os 35°C de máxima, respectivamente.



A profundidade de sementeira e a umidade do substrato também são fatores que podem comprometer a uniformidade da produção. Sementes de tomate geralmente são semeadas a uma profundidade de 6 mm a 12 mm (Santos; Salamé-Donoso, 2018) e germinam entre 2 e 5 dias após sementeira. O processo pode ser tanto manual como mecânico (misturador mecânico com descarregador na máquina de sementeira).

Como nos estádios iniciais a umidade tem papel fundamental, os viveiristas têm administrado esse fator de acordo com as condições do ambiente de produção. Devem-se cobrir as sementes com o próprio substrato, com uma camada fina de vermiculita média ou com malhas/mantas, cuidando para que não se tornem obstáculo para o desenvolvimento normal da parte aérea. Produtores também optam por câmaras de germinação, por alguns dias, antes do início da emergência, onde se controla a temperatura e a umidade do substrato (Figura 8)



Figura 8. Pilhas de bandejas multicelulares sementeiras (A) prontas para serem levadas para a câmara de germinação (B) e subsequente transporte para o viveiro e distribuição nas bancadas (C)

Fotos: Marçal H. A. Jorge

A partir do momento em que as bandejas são levadas para o viveiro, considera-se que o processo germinativo das sementes já foi finalizado. Todo processo de produção de mudas é tecnicamente dividido em quatro estádios (Figura 9), que sofrem diferenciações, sendo necessário atender as exigências das suas plântulas. Os detalhes são apresentados, de forma resumida, com adaptação das recomendações de Lima et al (2016):

- **Estádio I: Sementeira até a emissão da radícula:** cuidados na irrigação, mantendo-se a umidade do substrato próxima a CRA e condições ambientais controladas (umidade acima de 80% e temperatura de $\approx 28^{\circ}\text{C}$);
- **Estádio II: Emissão da radícula até a expansão do cotilédone:** utilização de telas de sombreamento ou fotosseletivas para melhoria da ambiência após as bandejas serem levadas

para o viveiro, evitando radiação solar excessiva. Valores de ILD de $6 \text{ mol.m}^{-2}.\text{d}^{-1}$ a $8 \text{ mol.m}^{-2}.\text{d}^{-1}$ podem ser utilizados, havendo retirada das telas quando 30% das plântulas emergirem. Realizar irrigações diárias, de baixa intensidade e, quando necessários, tratamentos preventivos com agrotóxicos para doenças fúngicas;

- **Estádio III: Expansão do cotilédone até o aparecimento do primeiro par de folhas verdadeiras:** aplicação de regulador de crescimento (80% das plântulas com primeiro par de folhas e comprimento de 2 mm a 5 mm. Realizar a primeira fertirrigação com CE, variando de $0,8 \text{ mS cm}^{-1}$ a $1,2 \text{ mS cm}^{-1}$, e aplicação de agrotóxicos para manejo de insetos sugadores e patógenos associados a tombamento (*damping off*). Ao final dessa fase, as irrigações podem se tornar mais frequentes e de maior intensidade, de acordo com as condições climáticas;
- **Estádio IV: Primeiro par de folhas até o pleno desenvolvimento vegetativo (muda pronta para o transplântio):** as irrigações devem ser frequentes e regulares entre os lotes para garantir uniformidade das mudas, seu enrijecimento e enraizamento. Ao final dessa fase, de 2 a 3 fertirrigações semanais (CE variando de $2,0 \text{ mS cm}^{-1}$ a $2,5 \text{ mS cm}^{-1}$) são necessárias para nutrição adequada e equilíbrio de seu crescimento vegetativo, satisfatório para as condições de transplântio. As relações de macronutrientes utilizados devem estar próximas a 1N:1/5P:1K:1Ca:1/Mg, podendo-se utilizar 250 mg L^{-1} de S sem problemas e manter a proporção de N amoniacal e N nítrico de 25% e 75%, respectivamente.

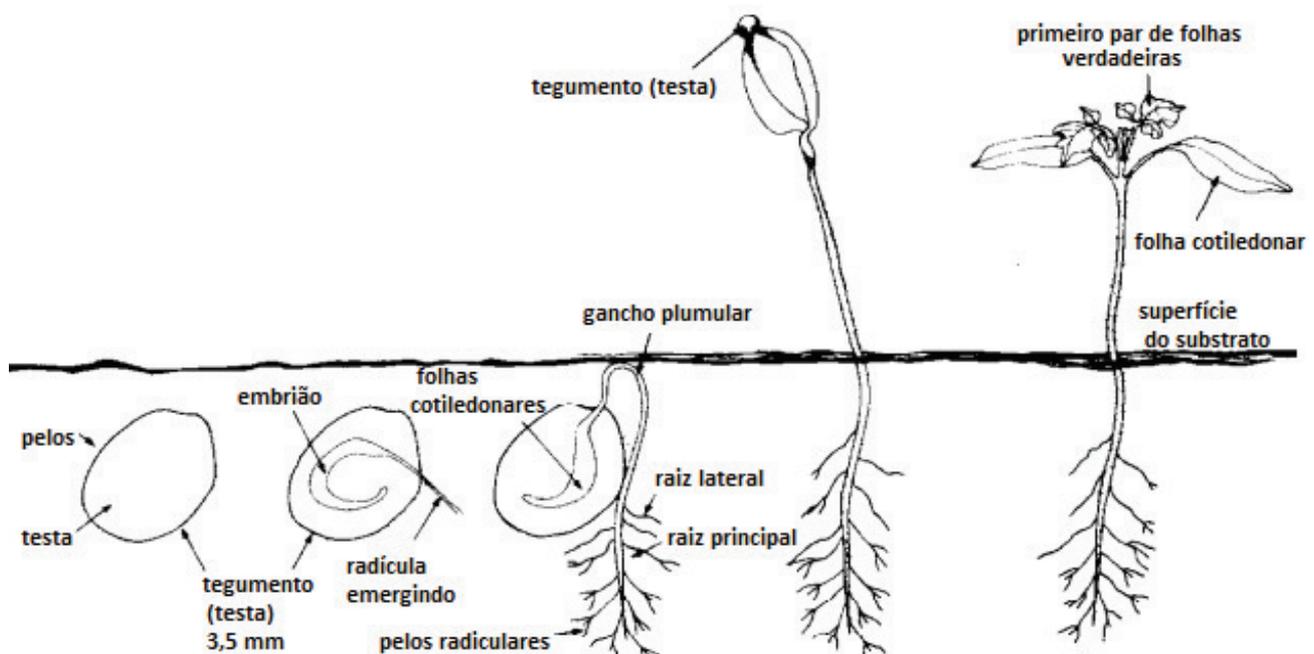


Figura 9. Estágios de uma plântula de tomate (de I a III)
Fonte: adaptado de Papadopoulos (1991)

Como parâmetro para programas de nutrição de plântulas no viveiro, valores de faixas de suficiência para análise foliar de mudas de tomateiro podem ser utilizados conforme a Tabela 2 (Whipker et al., 2018).

TABELA 2. Faixa recomendada para interpretação de análise de folhas de mudas de tomateiro

ELEMENTO	FAIXA DE SUFICIÊNCIA ¹
Nitrogênio (%)	3,0 – 5,0
Fósforo (%)	0,3 – 0,6
Potássio (%)	3,0 – 5,0
Cálcio (%)	1,0 – 2,0
Magnésio (%)	0,3 – 0,5
Enxofre (%)	0,3 – 0,8
Ferro (ppm ou mg kg ⁻¹)	40 – 100
Manganês (ppm ou mg kg ⁻¹)	40 – 100
Zinco (ppm ou mg kg ⁻¹)	25 – 40
Cobre (ppm ou mg kg ⁻¹)	5 – 15
Boro (ppm ou mg kg ⁻¹)	25 – 40
Molibdênio (ppm ou mg kg ⁻¹)	0,2 – 0,6

¹Para tomateiros de crescimento indeterminado com 5 folhas verdadeiras. Os valores representam folhas recém-maduras com pecíolo.

Exemplos de soluções nutritivas utilizadas para fertirrigação de mudas de tomateiro podem ser encontrados em Araújo (2006), Trani & Carrijo (2011), Lima et al. (2016) e Santos et al. (2017). Os ajustes de concentração, fertilizantes a serem utilizados em sua formulação e estádios de aplicação dependerão de uma série de variáveis, como: substrato (ex.: inerte), cultivar (ex.: precoce e indeterminada), fatores ambientais (ex.: temperatura), qualidade da água (ex.: pH = 5,5), tipo de irrigação (ex.: barra suspensa), entre outros. Portanto, devem ser ajustados de acordo com as necessidades do viveirista e ao longo do tempo, com o auxílio de análises de folha/substrato e de profissionais especialistas.

8.1. Mudas com maior volume de substrato (mudão) e enxertia

Mudas produzidas em bandejas com maior volume por célula, tubetes ou vasos pequenos (Figura 10) têm sido uma estratégia para evitar perdas de plântulas, seja por patógenos (majoritariamente viroses), seja por estresses diversos, atribuídas ao maior tempo no viveiro em condições protegidas e pelo sistema radicular vigoroso (Cardoso et al., 2016). Tais mudas permanecem, pelo menos, por 20 dias a mais na estrutura do viveiro, porém atribui-se uma redução do início do ciclo de colheita em até 30 dias. A decisão por utilizar essas mudas deve levar em conta o histórico de ocorrência de problemas fitossanitários, o escalonamento de áreas para produção considerando seu maior ciclo, o custo individual e a disponibilidade delas nas diferentes regiões (atrelado a despesas como frete, entre outras).

Para a enxertia de tomateiro visando ao manejo de doenças do solo, há uma série de híbridos do tipo porta-enxerto com diferentes resistências e/ou imunidade disponíveis no mercado. Além de levar em conta o(s) patógeno(s) presente(s) na área e sua compatibilidade com a cultivar (Figura 10), outras características devem ser consideradas pelo viveirista, tais como: vigor e rusticidade; condições morfológicas ótimas para a realização da enxertia (tamanho do hipocótilo, consistência, entre outras) e não afetar desfavoravelmente a qualidade dos frutos (Peil, 2003). Não havendo a presença de patógenos de solo, a viabilidade econômica e o desempenho agrônomico de mudas enxertadas necessitam ser avaliados localmente. Avaliando cinco porta-enxertos em sistema de cultivo orgâ-

nico e convencional de tomate sob condições protegidas no DF, Batistella (2017) não observou aumento da produção e melhor resultado econômico em comparação a mudas pé-franco.



Figura 10. Tipos de mudão de tomate – sem (A) e com enxertia (B)

Fotos: GardnersWorld e Alexandra Tursi – UVM Food Feed (Imagens retiradas de: <https://learn.uvm.edu/foodsystemsblog/2012/05/01/tomatoes-are-growing-in-vermont-greenhouses/grafted-tomato-seedlings-1/> e <https://www.gardenersworld.com/how-to/grow-plants/how-to-pot-on-tomato-seedlings/>)

8.2. Cuidados no plantio das mudas

De acordo com Lima et al (2016), devem ser observados alguns pontos importantes para o melhor aproveitamento das mudas na formação e condução de campos de produção de elevado padrão:

- gerenciar a descarga das mudas em lugar adequado e evitar colocá-las direto no chão (solo);
- realizar a avaliação da sanidade e da qualidade das mudas recebidas;
- proceder uma contagem de falhas e bandejas com desuniformidade para posterior confronto com as informações de qualidade do viveiro;
- realizar a irrigação das mudas, caso não sejam transplantadas no mesmo dia (necessidade de estocagem);
- realizar com o máximo de cuidado o transporte/deslocamento das mudas entre o lugar de descarga e o local de transplante propriamente dito;
- checar a umidade do solo antes das mudas serem transplantadas e a adubação de plantio, com relação a profundidade e distribuição.

9. Referências

- AGÊNCIA GOIANA DE DEFESA AGROPECUÁRIA. **Instrução normativa nº 06 de 2011**. Disponível em: < <http://www.agrodefesa.go.gov.br/publicacoes/sanidade-vegetal/programas-1/488-in-06-11/file>>. Acesso em: 22 jan. 2016.
- ARAÚJO, W.P. **Fertirrigação em viveiros de mudas de hortaliças**. In: Fertirrigação: teoria e prática. BOARETTO, A.E.; VILLAS BOAS, R.L.; SOUZA, W.F. PARRA, L.R.V. (Eds.) 1ª ed. Piracicaba, v. 1, p. 774-795, 2006. (CD-Rom)
- BATISTELLA, G. **Desempenho agrônomo e análise econômica do tomateiro sobre porta-enxertos em dois sistemas de produção sob cultivo protegido**. Brasília: Universidade de Brasília-Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária: 2017, 146p. (Dissertação de Mestrado)
- BECKMANN, M.Z.; DUARTE, G.R.B.; PAULA, V.A.; MENDEZ, M.E.G.; PEIL, R.M.N. Radiação solar em ambiente protegido cultivado com tomateiro nas estações verão-outono do Rio Grande do Sul. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.36, n.1, p.86-92, jan-fev, 2006.
- BURIOL, G.A.; ESTEFANEL, V.; ANDRIOLO, J.L.; MATZENAUER, R.; TAZZO, I.V. Disponibilidade de radiação solar para o cultivo do tomateiro durante o inverno no estado do Rio Grande do Sul. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, v.6, n.1, p.113-120, 2000.
- CARDOSO, A.I. I.; DORIZZOTTO, C.D.A.; BUENO, R.C.O.F. **Manejo de pragas**. In: NASCIMENTO, W. M.; PEREIRA, R.B. (Eds). Produção de mudas de hortaliças. 1ª ed. Brasília: Embrapa, p.152-175, 2016.
- CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA AGRICULTURA. **Mapeamento e quantificação da cadeia produtiva das hortaliças do Brasil**. 2017, 79p. Disponível em <http://www.cnabrazil.org.br/sites/default/files/sites/default/files/uploads/mapeamento_e_quantificacao_da_cadeia_de_hortalicas.pdf>. Acesso em: 8 mar. 2018.
- FURLANI, P.R. **Como obter mudas de alta qualidade através da nutrição?** In: I Encontro de Viveiristas do Estado de Santa Catarina, Florianópolis: ABCSEM, 2015, 77p. Disponível em: <http://www.abcsem.com.br/upload/arquivos/PRFURLANI_ENCONTRODEVIVEIRISTASSC.pdf>. Acesso em: 1 set. 2020. (Apresentação em powerpoint)
- HEUVELINK, E.P.; OKELLO, R.C.O. **Developmental process**. In: HEUVELINK, E. P. (Ed.) Tomatoes, 2nd Edition (Crop Production Science in Horticulture, 27), Wallingford: CAB, 2018, p.59-88.
- HOLANDA, J.S.; AMORIM, J.R.A.; NETO, M.F.; HOLANDA, A.C.; SÁ, F.C. **Qualidade da água para irrigação**. In: GHEYI, H.R.; SILVA DIAS, N.; LACERDA, C.F.; GOMES FILHO, E. Manejo da salinidade na agricultura: Estudo **básico e aplicados**, 2ª ed. Fortaleza: INCTSal, 2016. 504p.
- IBGE. **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola**. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9201-levantamento-sistematico-da-producao-agricola.html?=&t=o-que-e/>>. Acesso em: 1 set. 2020.
- INGRAM, D.L. 2014a. **Understanding soilless media test results and their implications on nursery and greenhouse crop management**. Disponível em: < https://uknowledge.uky.edu/anr_reports/161/>. Acesso em: 1 set. 2020.
- INGRAM, D.L. 2014b. **Understanding irrigation water test results and their implications on nursery and greenhouse crop management**. Disponível em: <https://uknowledge.uky.edu/anr_reports/160/>. Acesso em: 1 set. 2020.

- JORGE, M.H.A.; ANDRADE, R.J.A.; COSTA, E. **O mercado de mudas de hortaliças.** In: NASCIMENTO, W.M.; PEREIRA, R.B (Eds). Produção de mudas de hortaliças. **1ª ed. Brasília: Embrapa**, p. 57-86, 2016.
- KOCH, E.F.A.; MENTEN, J.O. **Manejo de doenças.** In: NASCIMENTO, W.M.; PEREIRA, R.B. (Eds). Produção de mudas de hortaliças. 1ª ed. Brasília: Embrapa, p. 127-151, 2016.
- KUBOTA, C.; GELDER, A.; PEET, M.M. **Greenhouse tomato production.** In: HEUVELINK, E. P. (Ed.). Tomatoes, 2nd Edition (Crop Production Science in Horticulture, 27), Wallingford: CABI, p. 276-313, 2018.
- LIMA, G.G. da S.; NASCIMENTO, A. dos R.; AZARA, N.A. de. **Produção de mudas.** In: CLEMENTE, F.M. V. T.; BOITEUX, L. S. (Ed.). Produção de tomate para processamento industrial. Brasília: Embrapa, p.79-101, 2012.
- LOPEZ, R.; CURREY, C.; RUNKLE, E. **Light and young plants,** In: LOPEZ, R.; RUNKLE, E. (Eds.). Light management in controlled environments. Meister Media Worldwide, Willoughby, OH, p.109-118, 2017.
- MACVOY, G.; OZORES-HAMPTON, M. **Commercial Transplant Production in Florida.** Gainesville: University of Florida-Institute of Food and Agricultural Sciences, 2019, 12p. Disponível em: <<https://edis.ifas.ufl.edu/cv104>>. Acesso em: 1 set. 2020.
- MAHER, M.; PRASAD, M.; RAVIV, M. **Organic soilless media components.** In: RAVIV, M.; LIETH, J. H (Eds). Soilless Culture: Theory and Practice. London: Elsevier, p.459-504, 2008.
- MARQUELLI, W. A.; MALDONADE, I. R.; BRAGA, M. B.; SILVA, H. R. da. **Qualidade e segurança sanitária da água para fins de irrigação.** Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2014 (Embrapa Hortaliças. Circular Técnica, 134).
- PAPADOPOULOS, A.P. **Growing greenhouse in soil and in soilless media.** Ottawa: Agriculture Canada, 1991. 79p. (Agriculture Canada Publication 1865/E).
- PEIL, R.M.A. Enxertia na produção de hortaliças. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 33, n. 6, p. 1169-1177, nov-dez, 2003.
- ROCHA, R.C. **Uso de diferentes telas de sombreamento no cultivo protegido do tomateiro.** Tese de Doutorado. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Botucatu. 2007. 90p.
- SANTOS, B. M.; SALAMÉ-DONOSO, T. P. **Production in open field.** In: HEUVELINK, E. P. (Ed.) Tomatoes, 2nd Edition (Crop Production Science in Horticulture, 27). Wallingford: CABI, 2018, p. 258- 275.
- SANTOS, S.T.; OLIVEIR, F.A.; COSTA, J.P.B.M.; SOUZA NETA, M.L.; ALVES, R.C.; COSTA, L.P. Qualidade de mudas de cultivares de tomateiro em função de soluções nutritivas de concentrações crescentes. **Revista Agro@mbiente On-line**, Boa Vista, v. 10, n. 4, p. 326-333, 2016.
- SANTOS, P.L.F.; SANTOS, O.N.M.; PAIXÃO, A.P.; CASTILHO, R.M.M. Germinação e desenvolvimento de mudas de tomate cereja em diferentes substratos. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, João Pessoa, v. 11, n. 5, p. 41-45, 2017.
- TESTEZLAF, R. **Qualidade e tratamento da água para irrigação.** Disponível em: <https://www.feagri.unicamp.br/irrigacao/index.php?option=com_attachments&task=download&id=1>. Acesso em: 8 mar. 2018.

- TORRES, A.P.; LOPEZ, R.G. 2016. **Medición de Luz Diaria Integrada en Invernaderos**. Disponível em: <https://www.canr.msu.edu/resources/medicion_de_luz_diaria_integrada_en_invernaderos>. Acesso em: 8 mar. 2018.
- TRANI, P.E.; CARRIJO, O.A. **Fertirrigação em hortaliças**. Campinas, SP: Instituto Agronômico, 2011. 58 p. (2ª Edição - Tecnologia APTA. Boletim Técnico IAC, 196).
- WHIPKER, B.; COCKSON, P.; HENRY, J.; OWEN, G.W. **Tomato Transplants**. In: OWEN, G.W. (Ed.). Fert, Dirt, & Squirt: nutritional monitoring of greenhouse crops, p. 85-89, 2018. Disponível em: <<https://www.scribd.com/document/428911519/2018-Nutritional-Monitoring-Book>>. Acesso em: 1 set. 2020.