

XVI Curso sobre Tecnologia de Produção de Sementes de Hortalças

Areia/PB - 19 a 21 de outubro de 2016

PRODUÇÃO DE SEMENTES DE TOMATE

Paulo César T. de Melo

USP/ESALQ – Departamento de Produção Vegetal
paulomelo@usp.br

Warley M. Nascimento

Embrapa Hortalças
warley.nascimento@embrapa.br

Raquel A. de Freitas

Embrapa Transferência de Tecnologia
raquel.freitas@embrapa.br

Introdução

O tomate apresenta grande importância econômica no mercado mundial, sendo uma das principais hortalças consumidas no mundo, podendo ser consumido tanto “in natura” quanto na forma de produtos processados. É cultivado em todas as regiões brasileiras e consumido por uma grande parte da população, tanto nos grandes centros urbanos quanto no interior do país. A ampla utilização do tomate deve-se, principalmente, às suas qualidades organolépticas e ao seu valor como alimento funcional em vista das propriedades antioxidantes do licopeno, o pigmento carotenóide que dá a cor vermelha à grande maioria das cultivares existentes no mercado.

As diferentes características de arquitetura da planta e do fruto condicionam o tipo de cultura, se para indústria ou para consumo fresco. A arquitetura é caracterizada por dois hábitos de crescimento distintos. O hábito indeterminado é o da maioria das cultivares apropriadas para a

produção de frutos para mesa, que são tutoradas e podadas, com o caule atingindo mais de 2,5 metros de altura. O hábito determinado é característico das cultivares adaptadas especialmente para a cultura rasteira, com finalidade agroindustrial e suas hastes atingem cerca de um metro. Nestes últimos anos, tem sido observado campos de produção de tomate destinado ao consumo fresco no sistema rasteiro, sem tutoramento.

As empresas do setor sementeiro vêm investindo numa segmentação varietal diversificada no mercado de tomate de mesa. O maior interesse das empresas é disponibilizar para os consumidores alternativas de tomate com melhor qualidade gustativa em relação aos híbridos do segmento longa vida, líderes de mercado na atualidade. Tomates tipo cereja, “grapes”, mini-italianos, “cluster” etc., vem ganhando mercado, principalmente nos grandes centros urbanos

Devido à alta suscetibilidade ao ataque de pragas, além das oscilações do mercado, a cultura do tomateiro pode ser considerada uma atividade de alto risco, necessitando, portanto de adequada instalação das lavouras e eficácia nos tratos culturais. Nesse sentido, a utilização de sementes de qualidade torna-se imprescindível para garantir a produção do tomateiro.

Características botânicas e morfológicas

O tomate (*Solanum lycopersicum* L.) pertencente à família Solanaceae, é uma planta herbácea, perene, mas cultivada como anual, de hábito de crescimento prostrado ou estendido, folhas compostas (ou segmentadas), caule organizado em seqüência de 2-3 folhas por simpódio (2-3 folhas entre cachos).

A inflorescência, em cimeira, pode assumir a forma simples, bifurcada ou ramificada. O tipo simples ocorre com maior freqüência na parte inferior da planta; os tipos ramificados desenvolvem-se na parte superior. O número de flores é variável. Essa característica e o

pegamento de fruto são altamente influenciados por temperaturas abaixo ou acima dos limites considerados ótimos para cultivo do tomateiro (Figura 1).

As flores são hermafroditas, pequenas, reunidas em cachos simples ou ramificadas de 6 a 12 flores (inflorescência) e apresentam um diâmetro de 1,5 a 2,0 cm. Desenvolvem-se opostas ou entre as folhas. O cálice é curto e pubescente e as sépalas são persistentes. No geral, há cinco pétalas com um comprimento que pode atingir 1,0 cm, de cor amarela e recurvadas quando maduras. Possuem cinco estames, e as anteras são de cor amarela clara, dispostas, formando um cone que envolve o estigma. O ovário é súpero e contém compartimentos variando de dois a nove (Figura 2). Os grãos de pólen são liberados pelas fendas laterais das anteras no interior do cone e, desde que as flores estejam pendentes (posição normal), são conduzidos por gravidade para o interior do cone formado pelas anteras onde fica o estigma, garantindo assim, a autofecundação.

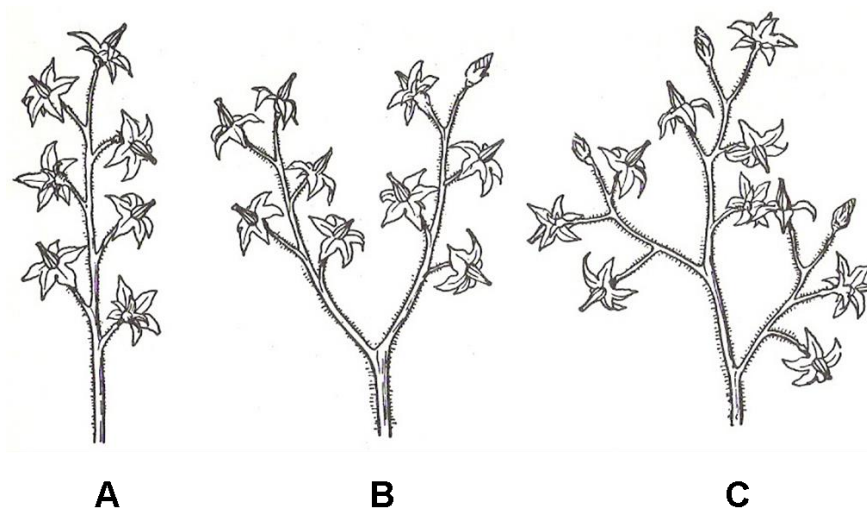


Figura 1. Tipos de inflorescências do tomateiro: simples (A), bifurcada (B) e ramificada (C).

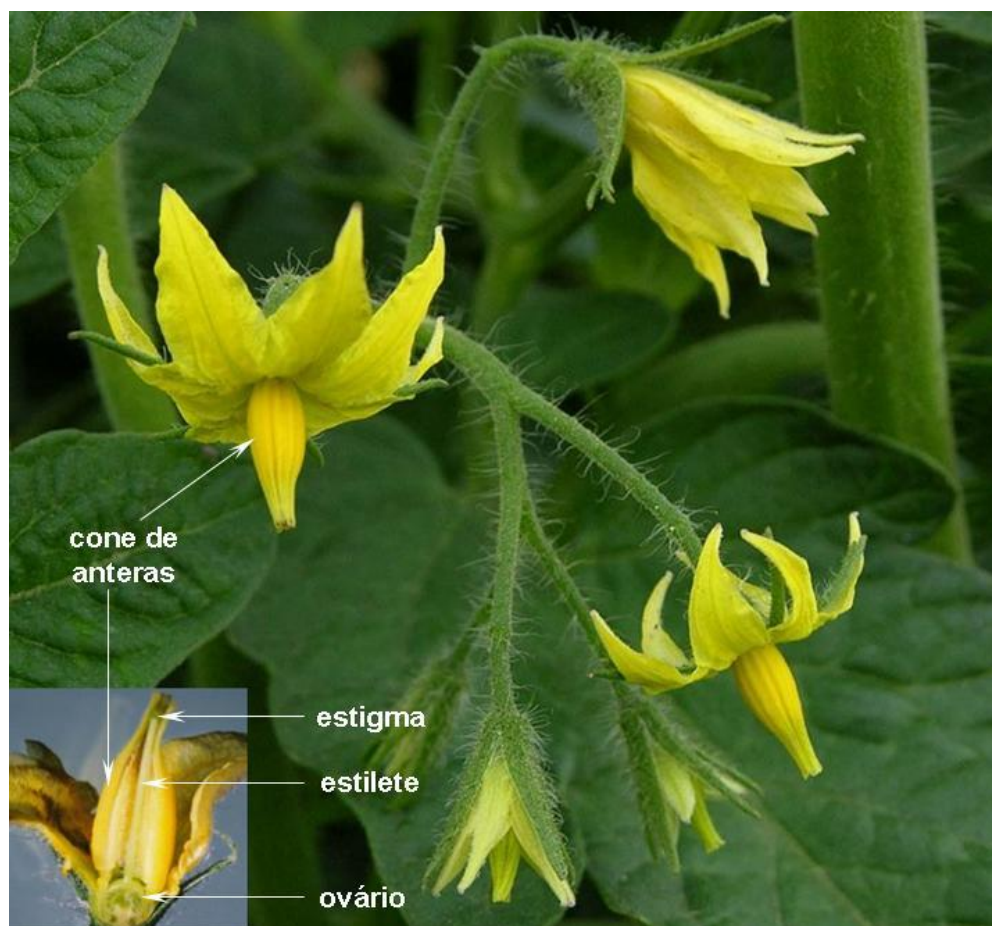


Figura 2. Flor completa do tomateiro. No detalhe, embaixo, à esquerda, destacam-se o ovário, o estilete e o estigma envolvidos pelo cone formado pelas anteras.

A percentagem de cruzamento natural é, em geral, inferior a 5%. Esses cruzamentos são executados, principalmente, por insetos. Em cultivares onde o estigma situa-se fora do cone formado pelas anteras, a taxa de alogamia atinge, invariavelmente, valores mais elevados. Na verdade, esse caráter, encontrado em espécies selvagens auto-incompatíveis, no tomate tipo cereja e em cultivares primitivas para facilitar a polinização cruzada, sofreu uma mudança evolutiva com a introdução do tomate na Europa. A seleção visando melhorar a capacidade de

pegamento de fruto, a partir de uma base genética restrita e na ausência de insetos polinizadores, condicionou, provavelmente, um encurtamento do estilete. Isso ocasionou uma diminuição da dependência da polinização por insetos e vento, forçando a autopolinização. A última etapa dessa sequência evolutiva foi a recente fixação, nas cultivares modernas, de um estilo muito mais curto, tornando a planta completamente autógama.

O fruto é uma baga, de formato e tamanho variado, liso ou canelado, quando não maduro é verde e pubescente, e vermelho, amarelo ou rosado quando maduro. A cor vermelha é devida ao licopeno, pigmento carotenóide contido na polpa do fruto. É composto pela película (casca), polpa, placenta e sementes (Figura 3). Internamente, os frutos são divididos em lojas ou lóculos, nos quais as sementes encontram-se imersas na mucilagem placentária (Figura 4). Os frutos, conforme a cultivar, podem ser bi, tri, tetra ou pluriloculares (Figura 5); frutos uniloculares são raros. A semente apresenta coloração amarelo-acinzentada, possui de 3 a 5 mm de comprimento, 2 a 4 mm de largura e formato ovalado com depressões laterais. É composta por uma cobertura protetora (tegumento ou testa e tricomas), pelo eixo embrionário (radícula e hipocótilo) e pelo tecido de reserva (dois cotilédones e endosperma). O número de sementes por fruto varia conforme a cultivar, mas existem cultivares onde podem ser encontradas mais de 200 sementes por fruto. O peso de 1000 sementes varia de 2,5 a 3,5 g. Existem ainda genótipos que são partenocárpicos, isto é, não produzem sementes. Esse caráter é controlado por genes recessivos.

Exigências climáticas

O tomateiro é uma planta originária da Cordilheira dos Andes na América do Sul, onde boa parte da sua variabilidade genética pode ser encontrada na forma de várias espécies selvagens, reproduzindo-se em altitudes de 800 a 1000 m. A espécie se adapta melhor em climas

subtropicais de altitude, onde predominam temperaturas amenas e baixas umidades relativas do ar. Dentre os fatores ambientais que influem no desenvolvimento da planta, a temperatura é um dos mais importantes.

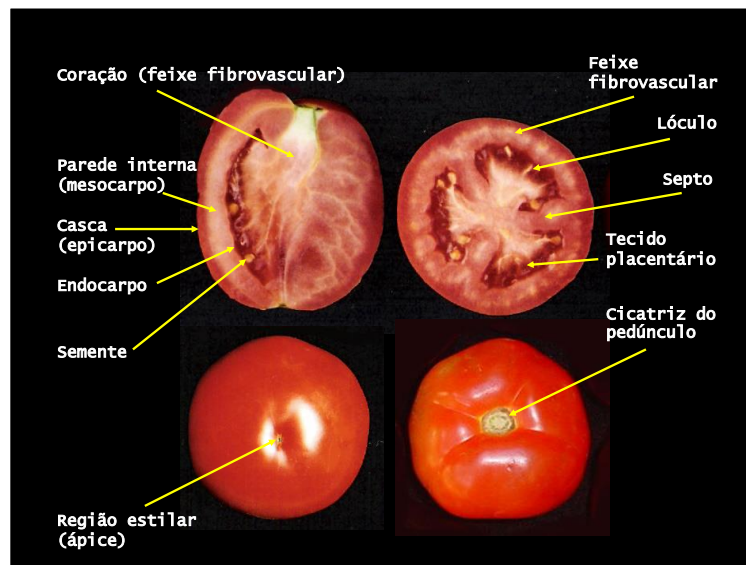


Figura 3. Tecidos e demais partes constituintes de um fruto de tomate.

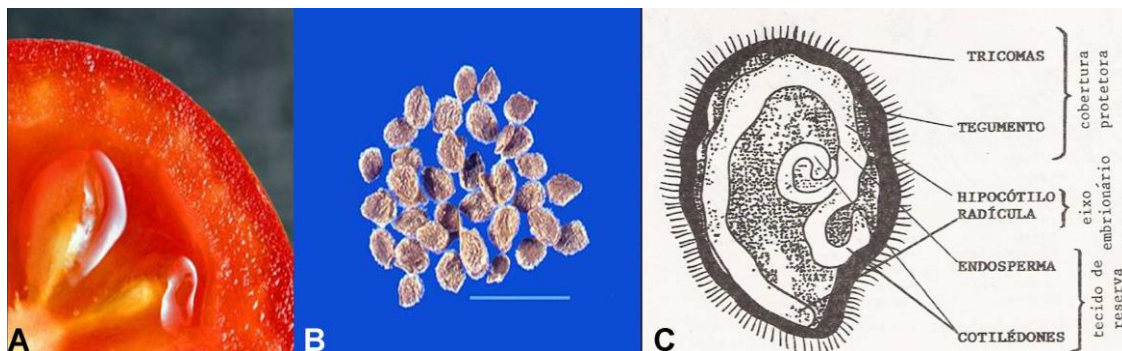


Figura 4. Detalhe de sementes de tomate imersas em líquido gelatinoso na cavidade locular (A); (B) sementes exibindo recobertas por tricomas; (C) seção longitudinal de semente de tomate.

A temperatura ideal para a sua germinação varia de 20 a 25°C. Sob temperaturas próximas de 15 ou 35°C a germinação das sementes é baixa, e quando estas são submetidas a temperaturas menores que 5°C ou maiores que 40°C, a sua germinação é praticamente nula.



Figura 5. Frutos de tomate pluri (A), tetra (B), tri (C) e bilocular (D).

O tomateiro não tolera geadas. A produção é muito beneficiada por temperaturas diurnas entre 23 e 25°C, combinadas com temperaturas noturnas de 18°C. Altas temperaturas (acima de 35°C) prejudicam a frutificação pela redução na taxa de fertilização, ao passo que baixas temperaturas podem causar a queda prematura de flores e frutos novos. Para a maximização de pegamento de fruto, a faixa ótima de temperatura diurna é de 19 a 24°C e a noturna de 14 a 17°C.

O processo de maturação do fruto também é muito influenciado pela temperatura tanto em relação à precocidade quanto à coloração, de forma que valores próximos a 10°C, assim como superiores a 30°C originam frutos de tonalidades amareladas ou manchadas. Sob tais temperaturas, a síntese do licopeno, pigmento carotenóide responsável pela cor vermelha do tomate, é afetada.

O tomateiro é considerado indiferente ao fotoperíodo. No entanto, baixa intensidade luminosa pode incidir de forma negativa nos processos da floração, fecundação, bem como no desenvolvimento vegetativo.

A umidade relativa ótima oscila entre 60 a 80%. Umidade relativa muito elevada favorece o desenvolvimento de doenças na parte aérea e o aparecimento de desordens como, por exemplo, as rachaduras dos frutos. Além disso, umidade relativa elevada dificulta a fecundação devido o pólen ficar compactado, resultando no abortamento de parte das flores. Por outro lado, umidade relativa muito baixa dificulta a fixação do pólen ao estigma da flor, reduzindo o índice de pegamento do fruto.

Exigências edáficas

A produção de sementes de alta qualidade depende do completo desenvolvimento da planta, sendo, portanto, aconselhável escolher solos leves, friáveis, profundos, permeáveis, bem estruturados, bem drenados e ricos em matéria orgânica e nutrientes minerais. Solos rasos e sujeitos a encharcamento devem ser evitados, por não permitirem uma boa aeração do sistema radicular, além de facilitarem o desenvolvimento de doenças.

Estabelecimento do campo de produção

O estabelecimento do campo de produção de sementes se dá por meio de mudas para posterior transplantio. A utilização de bandejas multicelulares, contendo substrato comercial adequado para a produção de mudas tem sido a técnica mais utilizada na produção de mudas. A profundidade da sementeira deve ser de no máximo 1,0 cm. As bandejas devem ser mantidas preferencialmente em telados protegidos por telas anti-afídicas, evitando-se, deste modo, a entrada

de insetos vetores de viroses. Deve-se manter os telados livres de plantas daninhas, pois estas podem favorecer a proliferação de patógenos e de insetos vetores de doenças.

O transplântio das mudas para o local definitivo deve ser realizado quando as mudas apresentarem de quatro a seis folhas definitivas, o que ocorre entre os 20 - 30 dias após a semeadura.

Escolha da área

O cultivo de tomate para produção de sementes pode ser realizado em campo aberto ou em cultivo protegido, podendo neste último caso ser conduzido no solo ou em containers contendo substratos enriquecidos com nutrientes. Independente do tipo de cultivo deve-se preferir regiões com temperaturas amenas e de baixa umidade relativa do ar; de preferência não cultivada recentemente com outras solanáceas (fumo, batata, berinjela, jiló ou pimentão).

Embora a espécie apresente uma alta taxa de autofecundação, deve-se observar a distância mínima de 20 m entre cultivares, evitando-se, desse modo, a ocorrência de mistura mecânica por ocasião da colheita dos frutos. Além disso, existem genótipos com o estigma projetado para fora do cone formado pelas anteras e, neste caso, o risco de cruzamento por insetos é elevado e, portanto deve-se adotar o isolamento.

Calagem e adubação

As práticas de calagem e adubação de solo são muito importantes na produção de sementes de tomate, pois esta espécie é bastante exigente em nutrientes minerais. Para recomendação da calagem e adubação deve-se proceder a uma análise de solo. Esta espécie apresenta tolerância à acidez moderada, sendo a faixa de pH 6,0 a 6,5 a mais favorável.

Em geral, a totalidade do fósforo recomendada é aplicada no sulco por ocasião do plantio, parcelando-se o nitrogênio e o potássio. As quantidades adicionais de N e K são feitas em diversas parcelas, podendo ser realizadas aplicações semanais (fertirrigação) ou a cada duas semanas (adubo sólido). O aparecimento de frutos ocos (lóculos vazios), com redução na quantidade de sementes, pode estar associado a adubações com altos teores de nitrogênio e baixos teores de potássio.

Em tomate é muito comum o aparecimento da podridão apical (fundo preto) nos frutos, decorrente da deficiência localizada de cálcio no tecido da porção estilar do fruto (Figura 6). De outra parte, o coração negro, podridão apical interna ou necrose interna do fruto (NIF) é outra desordem fisiológico-nutricional que pode incidir tanto em plantios a campo como em cultivo protegido (Figura 6). As causas da NIF são aparentemente as mesmas da podridão estilar. Há indicativos de que essa desordem ocorre mais acentuadamente quando o N utilizado é de fonte amoniacal, pois o excesso de amônio (NH_4^+) reduz a absorção do cálcio. Portanto, é recomendável usar N na forma de nitrato. Estudos realizados na Embrapa Hortaliças mostraram que a deficiência de cálcio nos frutos de tomate não interfere na qualidade fisiológica das sementes. Essa desordem tem sido observada com maior intensidade em cultivares de frutos alongados (italiano). Estudos realizados na Embrapa Hortaliças têm mostrado que a deficiência de cálcio nos frutos de tomate não interfere na qualidade fisiológica das sementes.

Tratos culturais

O cultivo de tomate destinado à produção de sementes segue as mesmas exigências e tratos culturais do cultivo de tomate destinado à comercialização dos frutos, tais como:

semeadura, obtenção de mudas, transplântio, adubação, controle de pragas, doenças e de plantas daninhas.

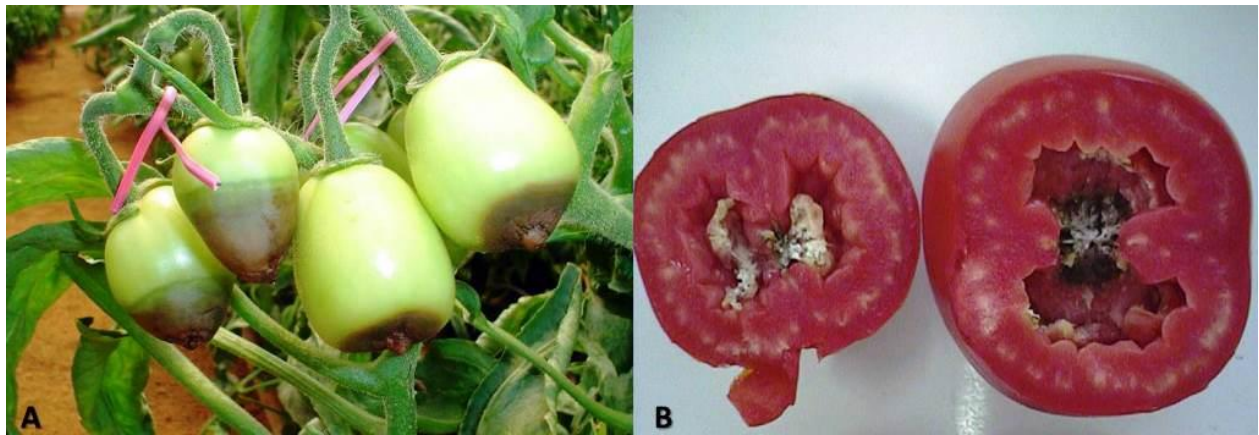


Figura 6. Frutos verdes de tomate exibindo sintomas típicos de podridão apical ou fundo preto (à esquerda); à direita frutos maduros com sintomas de podridão apical interna ou necrose interna do fruto (NIF).

Doenças importantes, tendo como agente causal fungos, bactérias e vírus, podem ser transmitidas e/ou transportadas pelas sementes como a murcha-de-fusário (*Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici*); pinta-preta (*Alternaria solani*); septoriose (*Septoria lycopersici*); mancha-de-cladospório (*Cladosporium fulvum*); podridão-de-esclerotínia (*Sclerotinia sclerotiorum*); cancro-bacteriano (*Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*); mancha-bacteriana (*Xanthomonas* spp.); pinta-bacteriana (*Pseudomonas syringae* pv. *tomato*), mosaico do tomate e mosaico-do-fumo (ToMV e TMV, respectivamente). Assim, o controle destas doenças deve ser priorizado, evitando-se a produção de sementes contaminadas.

Recomenda-se, em campos de tomate destinados à produção de sementes, um maior espaçamento entre plantas, facilitando deste modo, as inspeções de campo. A população de plantas

irá depender do porte (determinado, semi-determinado ou indeterminado), época, sistema de produção (campo aberto ou cultivo protegido), dentre outros.

A eliminação de plantas fora do tipo ou “roguing” torna-se obrigatória, uma vez que, uma das principais características a serem preservadas num lote de sementes é a sua qualidade genética, expressa pela sua pureza varietal. As inspeções de campo devem ser efetuadas para observar caracteres da planta e do fruto. O ideal é inspecionar o campo em pelo menos três fases: 1) na pré-floração, durante o desenvolvimento vegetativo inicial, para eliminar plantas fora de tipo quanto ao hábito de crescimento e tipo de folhagem. Nesta oportunidade deve-se observar a ocorrência precoce de doenças e pragas específicas do tomateiro, devendo as plantas atacadas ser eliminadas juntamente com os descartes atípicos; 2) no início do florescimento e frutificação, deve-se observar o hábito de crescimento, tipo de inflorescência, camada de abscisão, ombro-verde e outros caracteres já presentes, eliminando-se as plantas fora do padrão da cultivar e 3) no fim da frutificação, quando a inspeção deverá se concentrar nos frutos, verificando o tamanho, o formato, a cor e outros caracteres externos que facilitem a detecção de misturas varietais. No caso de híbridos, frutos não identificados (não hibridizados) devem ser removidos.

Técnicas de produção de sementes

Embora estejam disponíveis no mercado cultivares de polinização aberta tanto no segmento de mesa como no de processamento, a demanda por sementes híbridas é crescente em todo o mundo mesmo com preços significativamente maiores do que os das cultivares de polinização aberta. Esse aumento de demanda por híbridos é motivado pelas vantagens que propiciam aos produtores e consumidores, destacando-se o aumento da produtividade, precocidade, maior uniformidade, melhor padronização e qualidade dos frutos, maior resistência

a pragas e doenças, melhor conservação pós-colheita e gasto reduzido de sementes por unidade de área. No caso do segmento de processamento industrial as principais vantagens dos híbridos em relação às cultivares comuns são maior rendimento, ciclo mais curto e maturação concentrada, ampla gama de resistência ou tolerância a doenças limitantes.

Para as empresas de sementes constitui uma garantia natural de proteção varietal, o que não ocorre com as cultivares de polinização livre cuja multiplicação é facilitada pelo fato da espécie ser autógama.

A produção de sementes híbridas de tomate é uma atividade complexa que requer de 2 a 3 pessoas treinadas trabalhando 5 a 6 semanas para cada 0,1 ha de plantas indeterminadas ou 4-6 pessoas por 3 semanas para mesma área de plantas determinadas. Além disso, exige o domínio de habilidades, conhecimento, experiência prática e uma especial atenção a detalhes (Figuras 7).



Figura 7. Campo de produção de sementes híbridas de tomate tipo italiano em cultivo protegido.

A produção de sementes de cultivares de polinização aberta segue as mesmas recomendações para a produção comercial de frutos de tomate, tomando-se obviamente todos os cuidados com o isolamento, *roguing*, controle de pragas e doenças, etc. A seguir serão discutidas as diversas etapas na produção de sementes híbridas, onde a forma empregada é por meio da emasculação (retirada dos estames das flores no progenitor feminino) e posterior polinização manual.

Isolamento

Nas cultivares modernas de tomate a taxa de alogamia é desprezível não havendo necessidade de isolamento dos parentais masculino e feminino. Existem genótipos, no entanto, com o estigma para fora da boca do cone de anteras. Nesse caso o risco de cruzamentos por insetos é elevado e, portanto, deve-se adotar o isolamento para evitar contaminação com pólen estranho.

Seleção dos parentais

Ambos os parentais devem ser puros, preferencialmente, com no mínimo, seis gerações de autofecundação. Na execução de cruzamentos para obtenção de sementes híbridas, qualquer linhagem pode ser escolhida para ser o parental feminino ou o parental masculino, todavia deve ser escolhido como parental feminino àquela que tem maior capacidade de produção de sementes. Deve-se dispor de quantidade de pólen suficiente para execução dos cruzamentos planejados: a proporção recomendada de plantas polinizadoras para plantas femininas é de 1:4. O parental polinizador deve ser semeado duas a três semanas antes do feminino para garantir disponibilidade de pólen desde o início da operação de cruzamento.

Emasculação

Inicia 55 a 65 dias após o semeio. No progenitor feminino, as flores do primeiro cacho devem ser eliminadas. Os botões florais do segundo cacho que abrirão em 2-3 dias são escolhidos para serem emasculados. Pinças, tesouras, canivetes, luvas e as mãos dos operários devem ser desinfetadas com álcool antes de iniciar as emasculações. Na execução dessa operação, devem ser usadas pinças afiadas para facilitar a abertura dos botões e remoção do cone

de anteras (Figura 9 A e 9 B). Algumas sépalas devem ser cortadas para facilitar, na hora da colheita, a identificação de frutos que eventualmente foram autofecundados (Figura 9 C). Pode-se também identificar as flores (ou cachos) hibridizadas com grampos ou etiquetas. Este último processo é mais custoso e de maior risco, uma vez que estas marcas podem se perder.



Figura 9. Processo de emasculação, utilizando pinça (A e B); flores emasculadas mostrando o corte das sépalas para evitar a colheita de frutos autofecundados.

Coleta de pólen

As flores do parental masculino devem ser coletas para extração de pólen nas primeiras horas da manhã antes da abertura das anteras. Não se recomenda a coleta pólen em manhãs de dias chuvosos. O cone de anteras deve ser removido das flores e colocado em envelopes de papel manteiga para secar. A secagem dos cones de anteras é realizada colocando os envelopes a 30 cm de uma lâmpada de 100 velas por 24 h. A lâmpada cria uma temperatura de secagem de cerca de 30°C. O pólen pode ser seco também ao sol.

Os cones de anteras secos devem ser colocados em um pote de plástico e coberto com uma malha fina (200-300 mesh) e vedado com uma tampa. Em seguida, o pote é chacoalhado 10-

20 vezes e desse modo o pólen é coletado na tampa. Logo depois o pólen é transferido para um pote pequeno fácil de manusear. O pólen pode ser mantido à temperatura ambiente moderada por um dia. Pólen fresco proporciona melhor pegamento de fruto. Quando a temperatura não for adequada para a polinização, o pólen pode ser estocado em cápsulas devidamente seladas e mantidas no *freezer* por cerca de um mês. Sem congelamento, o pólen pode ser mantido em geladeiras comuns por 2-3 dias sem perda significativa de viabilidade. As cápsulas contendo pólen devem ser retiradas do freezer e mantidas fechadas até descongelarem em temperatura ambiente. Com isso, se previne que o pólen fique úmido. O grão de pólen pode ser retirado de flores recém-colhidas utilizando um vibrador manual adaptado (Figura 10 A e B).

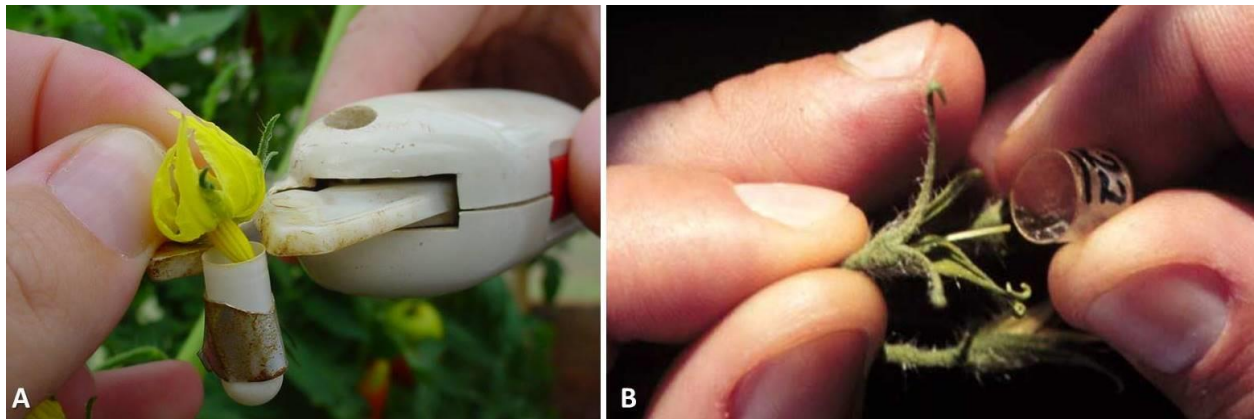


Figura 10. Coleta de grãos de pólen utilizando vibrador manual adaptado (A); operação de polinização (B).

Polinização

A operação de polinização pode ser feita no mesmo dia da emasculação das flores do parental feminino ou até dois dias após. Não se recomenda fazer polinizações em dias chuvosos.

O estigma deve ser exposta para facilitar as polinizações. A operação é executada encostando o estigma no recipiente contendo pólen (Figura 10 B).

A polinização é feita três vezes semanalmente num período de 3-5 semanas. Polinizações bem-sucedidas são facilmente observadas em uma semana com o início do desenvolvimento dos frutos. Quando a operação de cruzamento é concluída, recomenda-se remover qualquer flor não-polinizada para reduzir a chance de contaminação de sementes autofecundadas antes da colheita.

A multiplicação de linhagens em estufas agrícolas dotadas de telas antiafídeos de malha com pequena abertura pode dificultar a entrada de ar. Desse modo, a ventilação deficiente pode afetar o processo de polinização resultando em frutos ocos e sem sementes (Figura 11). Essas anomalias são agravadas sob condições de baixa temperatura.



Figura 11. Frutos de tomate deformados, ocos e sem sementes produzidos em estufa agrícola com ventilação deficiente.

Produção de frutos

O número de frutos por planta depende do tamanho do fruto do parental feminino. Como regra, recomenda-se 30 frutos para linhagens que produzem frutos grandes; 40 frutos para linhagens que produzem frutos medianos e 50 ou mais frutos para àquelas que produzem frutos pequenos. Os frutos híbridos são facilmente reconhecidos por suas sépalas cortadas.

Todos os frutos naturalmente polinizados (não-híbridos) devem ser removidos da linhagem materna a fim de minimizar a mistura acidental deles com os que foram hibridizados. Ademais, os frutos não-híbridos “roubam” nutrientes dos frutos que foram hibridizados.

Colheita dos frutos

Deve-se dar preferência à colheita manual dos frutos, fazendo-se com isso uma seleção daqueles típicos da cultivar, maduros, plenamente desenvolvidos, apresentando coloração avermelhada e livres de ataques de pragas e doenças. No caso de produção de sementes híbridas, deve-se colher somente aqueles frutos marcados (hibridizados).



Figura 11. Colheita manual de frutos de cultivar de polinização aberta (A); frutos plenamente maduros e em bom estado de sanidade (B).

Os frutos amadurecem cerca de 50-60 dias após a abertura das flores/polinização, mas este período pode-se prolongar caso ocorram baixas temperaturas. Devem-se manter os frutos na planta até atingirem a completa maturação. Isso permite um normal e completo desenvolvimento das sementes. Colheitas precoces necessitam de um período de repouso pós-colheita para que as sementes atinjam a maturação fisiológica. Se as condições climáticas e a disponibilidade de mão-de-obra, caixaria e transporte permitirem, a colheita deverá ser efetuada preferencialmente no período da manhã, para que a extração se dê à tarde. Esse procedimento faz com que o suco e as sementes extraídas dos frutos fermentem sob temperaturas mais amenas, com reflexos positivos sobre a qualidade das mesmas.

A germinação das sementes dentro dos frutos (viviparidade) é uma anormalidade fisiológica podendo ocorrer em determinadas cultivares, quando os frutos encontram-se excessivamente maduros, ou em frutos atacados por determinados patógenos (ex. *Alternaria alternata*). A aplicação excessiva de adubos nitrogenados bem como de produtos promotores da síntese de etileno (Ethefon) também favorecem a germinação das sementes dentro dos frutos (Figura 12).



Figura 12. Frutos de tomate de linhagens *rin rin* (A) e *Rin Rin* (B) exibindo germinação das sementes no interior dos frutos (viviparidade).

Extração de sementes

Antes da extração das sementes, os frutos podem ser lavados ou não. Eles devem permanecer por alguns dias armazenados em galpões frescos e ventilados antes da extração, visando à completa maturação fisiológica das sementes. A extração das sementes se dá, em geral, por esmagamento dos frutos em equipamento mecânico, o qual separa as sementes e parte do suco da polpa e da placenta (Figura 13 A). Pequenas quantidades de sementes podem ser extraídas de frutos cortados com auxílio de facas.



Figura 13. Extração de sementes de tomate utilizando um equipamento mecânico (A); processo de fermentação natural da polpa (B e C).

Uma das etapas da extração de sementes de tomate consiste na remoção da sarcotesta, que é uma capa gelatinosa (mucilagem), rica em pectina, que envolve as sementes. A fermentação das sementes tem o objetivo de retirar/eliminar a camada mucilaginosa que as recobre, com o propósito de aumentar a conservação, facilitar a semeadura e reduzir a infecção por doenças transmitidas por sementes. A fermentação pode se feita pelos métodos natural ou químico (Figura 13 B e C). No primeiro, as sementes recém-extraídas devem ser colocadas em baldes de plástico ou tonéis de madeira e o simples repouso do suco com sementes por 24-48 horas é o suficiente para que se desenvolva a digestão natural da gelatina protetora, sem que a semente perca vigor ou inicie a germinação. Recomenda-se não adicionar água durante este processo, pois poderá haver mudanças no potencial osmótico da solução, induzindo a germinação das sementes durante a fermentação. Trabalhando-se sob temperaturas altas ($> 25^{\circ}\text{C}$), o tempo de fermentação deve ser menor, mais próximo de 24 horas; sob temperaturas mais amenas ($< 25^{\circ}\text{C}$) a duração do processo deve ser maior, próxima de 48 horas. Tempos menores que 24 horas geralmente não permitem uma fermentação completa da mucilagem, formando grumos de sementes e influenciando negativamente no processo de tratamento, embalagem e semeadura, e, também, na qualidade sanitária das mesmas. Tempo de fermentação superior a 48 horas normalmente induz a aceleração do metabolismo e o maior consumo de reservas, resultando em sementes com uma coloração mais escura, que comumente apresentam decréscimos nas suas taxas de germinação e vigor, podendo em casos extremos iniciar o

processo de germinação. A fermentação reduz a contaminação pela bactéria *Clavibacter michiganense* subsp. *michiganensis*, causadora do cancro-bacteriano.

No segundo método (químico), diversos produtos podem ser utilizados com sucesso para tal fim, sendo eles o ácido clorídrico, o hidróxido de sódio, o hidróxido de amônio e o hipoclorito de cálcio, em concentrações e tempos variáveis. O produto químico mais empregado na prática é o ácido clorídrico (ácido muriático) concentrado, em virtude da maior rapidez e economia do processo; ademais, o produto proporciona uma coloração mais clara e brilhante às sementes, dando ao lote um excelente aspecto visual. A concentração e o tempo de exposição geralmente são objeto de segredo pelas grandes companhias, apesar de combinações específicas já terem sido avaliadas com sucesso no âmbito da pesquisa, como por exemplo: 10 mL de ácido clorídrico a 36% para 4 kg de polpa por 15 minutos. A utilização de ácido clorídrico permite também a redução do vírus do mosaico do fumo (TMV) nas sementes. Algumas empresas estão realizando a fermentação natural seguida da utilização de ácido clorídrico. Em qualquer um dos métodos é importante revolver periodicamente a massa de sementes no intuito de homogeneizar a mesma e obter uma fermentação mais uniforme. O suco e as sementes submetidas à fermentação, quando não agitados, tendem a se separar em fases, ficando a parte líquida no fundo e as sementes com os restos de mucilagem na superfície, o que comumente favorece o aparecimento de fungos ou larvas de moscas, ambos prejudiciais para a qualidade do produto.

Uma vez encerrada a fermentação, ou após a extração pelo método químico, as sementes podem ser lavadas por processo intermitente ou contínuo. O primeiro é mais utilizado para pequenas quantidades de sementes, fermentadas em contentores menores que 50 L, facilmente manuseáveis por uma pessoa. Água limpa deve ser adicionada à massa de sementes para diluir a mucilagem fermentada e fazer com que as sementes migrem para o fundo do recipiente o que

permite separar a parte sobrenadante jogando-a em uma vala ou sarjeta de descarga. Este procedimento deve ser repetido até que as sementes estejam limpas e livres de qualquer tipo de impureza.

O segundo processo é mais utilizado para grandes quantidades de sementes, fermentadas em tonéis de madeira ou tanques de cimento ou metálico. Nesse processo, a massa fermentada contendo sementes é vertida em uma calha onde existe água em circulação e um sistema de comportas para reter as sementes. A água em movimento possibilita a agitação das sementes, que naturalmente se separam da mucilagem fermentada permanecendo no fundo da calha. Estas sementes são posteriormente retidas pelo sistema de comportas. A água suja, contendo todas as impurezas oriundas da polpa, passa sobre as comportas e se perde na extremidade final da calha, em direção, geralmente, a um curso d'água ou tanque de decantação (Figura 14).

Secagem das sementes

A secagem de sementes recém-saídas da lavagem deve ser criteriosa, para evitar perdas de qualidade. As sementes de tomate saem da lavagem com níveis próximos de 40-50% de umidade, incompatíveis com altas temperaturas de secagem. Para retirar a umidade superficial, podem-se utilizar centrífugas, minimizando assim, o risco das sementes iniciarem o processo de germinação durante a secagem.

A faixa ideal para secagem de sementes compreende o intervalo de 32 a 42 °C. Sementes úmidas de tomate devem ser espalhadas sobre peneiras de tela fina e colocadas em locais sombreados e ventilados, à temperatura ambiente, para que a perda da umidade superficial não seja muito brusca. Em seguida, sugere-se transferi-las para uma sala ventilada, com a temperatura ajustada para 32°C, permanecendo por cerca de 24 horas. Posteriormente, para

completar o processo, as sementes devem ser submetidas à temperatura de 38 °C em secadores ou estufas elétricas, onde perderão água até atingirem 6% de umidade, ideal para acondicionamento em embalagens herméticas. Durante as várias fases de secagem, recomenda-se revolver as sementes evitando assim, o agrupamento (empelotamento) das sementes e permitindo a homogeneização da umidade. Com isso, evitam-se ainda injúrias por excesso ou deficiência de secagem de algumas partes do lote.



Figura 14. Diferentes etapas do processo de lavagem de sementes em tanques com água em circulação.

Pode-se ainda utilizar a secagem natural ao sol, tomando-se o cuidado de revolver as sementes periodicamente (Figura 15 A). Em maiores quantidades de sementes, principalmente na

produção de sementes de cultivares de polinização aberta, empresas tem utilizado secadores horizontais, com temperaturas próximas a 40 °C (Figura 15 B).



Figura 15. Secagem de sementes ao sol (A); equipamento de secagem horizontal com ar quente em temperaturas próximas de 40° C (B).

Beneficiamento das sementes

É desejável que a pilosidade (tricomias) que envolve o tegumento das sementes seja retirada. Isso permitirá maior eficiência durante a semeadura, além de propiciar um melhor aspecto visual às sementes. Para isso, são empregados equipamentos que conseguem pressionar a massa de sementes contra uma chapa cilíndrica de ferro fundido e assim retirar as pilosidades existentes no tegumento, sem causar danos mecânicos às sementes e prejudicar a germinação e o vigor. O desaristador, equipamento comumente utilizado no beneficiamento de sementes de cenoura, pode ser utilizado para tal fim. Para maior eficiência do processo, as sementes devem estar secas (6 a 7% de umidade). Em seguida, as sementes devem passar por peneiras, mesa de gravidade ou simplesmente por sopradores pneumáticos, eliminando assim restos de pilosidades, de película e de placenta.

Rendimento de sementes

O rendimento de sementes é bastante variável e dependerá de diversos fatores (ambiental, nutricional etc.) e principalmente do tipo do fruto de tomate em cada segmento varietal (cereja, italiano, salada, indústria etc.). Além disso, a cultivar também interfere no rendimento das sementes. Em cultivares de polinização aberta destinadas ao processamento industrial tem-se conseguido uma relação de 0,2 a 1%, ou seja, de 2 a 10 kg de sementes para cada tonelada de frutos. Assim, produtividades de sementes variando de 250 a 400 kg/ha podem ser obtidas nas condições brasileiras. Por outro lado, o rendimento médio esperado na produção de sementes híbridas de tomate, pode variar de 8 a 12 g de sementes por planta desde que a planta-mãe (*seed parent*) seja de porte indeterminado. Quando, por sua vez, a planta-mãe é de porte determinado, o rendimento de semente híbrida decresce para 6 a 10 g por planta.

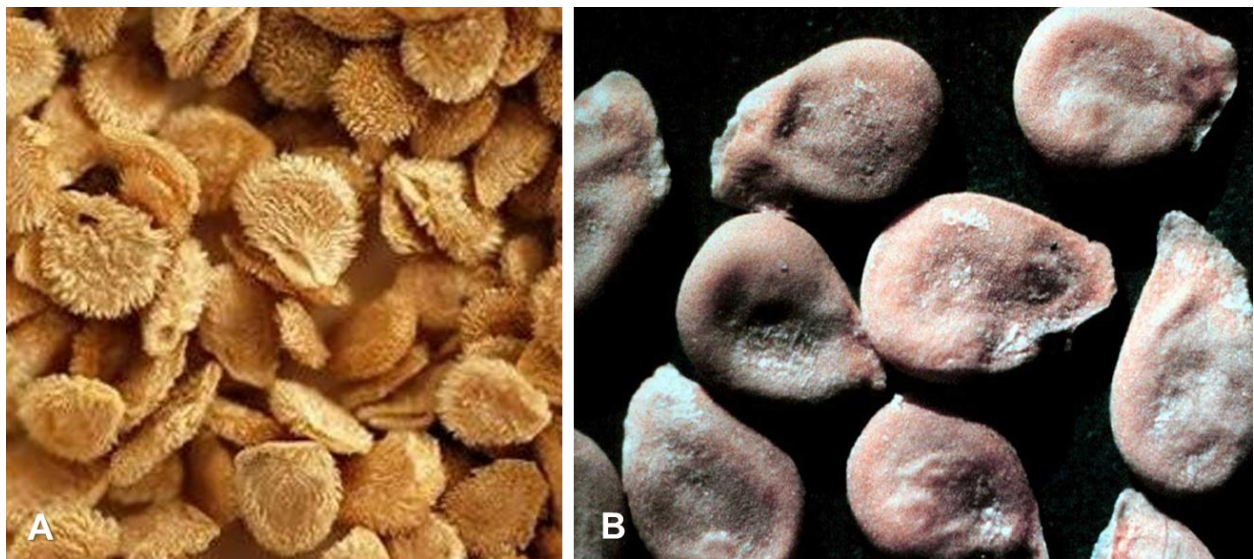


Figura 16. Sementes de tomate com a pilosidade típica que envolve o tegumento (A); (B) sementes de tomate cuja pilosidade foi removida com equipamento especializado (desaristador).

Tratamento das sementes

Diferentes tipos de tratamentos de sementes podem ser realizados, objetivando melhor germinação e emergência das plântulas em campo. As sementes de tomate podem ser tratadas por via seca ou úmida logo após o beneficiamento.

O tratamento antifúngico de sementes tem por objetivo eliminar microrganismos associados às sementes e/ou proteger as sementes durante a fase de germinação e emergência. Os princípios ativos comumente utilizados são o Thiram[®] e Captan[®].

Entre os métodos alternativos para o tratamento de sementes têm se destacado a termoterapia devido controlar diversos tipos de patógenos. Por esse método de tratamento, as sementes são submetidas à temperatura de 70 °C por 48 horas visando o controle de viroses como o TMV ou ToMV. De outra parte, a utilização de calor úmido (água quente), a temperaturas próximas de 50 °C durante 30 minutos pode controlar bacterioses que colonizam internamente as sementes. No entanto, essa técnica requer maior cuidado na manutenção do binômio tempo/temperatura.

A aplicação de película (“film coating”) nas sementes como protetores pode ser realizada visando obter melhor uniformidade e eficiência no tratamento das sementes com fungicidas, além de permitir melhor visualização das mesmas por ocasião da semeadura.

O condicionamento osmótico (“seed priming”) é um tratamento que pode ser utilizado para se obter uma melhor germinação das sementes de tomateiro. As sementes submetidas a esse tratamento apresentam maior rapidez e uniformidade na germinação em condições de estresses, como baixas temperaturas e salinidade. Nesse tratamento são utilizadas soluções osmóticas de polietileno glicol (PEG), nitrato de potássio, dentre outras.

A peletização é outro tratamento que pode ser empregado em sementes de tomate as quais são pequenas e de forma irregular. Esse tratamento permite melhoria da distribuição das sementes durante a semeadura.

Referências

- ALMEIDA, G.F. **Produção de sementes de tomate híbrido**. In: CURSO SOBRE TECNOLOGIA DE PRODUÇÃO DE SEMENTES DE HORTALIÇAS, XV., 2015, *Palestras...* Curitiba: Embrapa Hortaliças, 2015. (CD-Rom).
- ARGERICH, C.; GAVIOLA, J.C. 1995. **Producción de semillas de tomate**. INTA, 1995. 163p. (INTA, Fascículo 6).
- ANDRADE, K.P.; NASCIMENTO, W.M.; FREITAS, R.A. Qualidade fisiológica de sementes de tomate provenientes de frutos com podridão apical. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 46. Goiânia. *Anais...Horticultura Brasileira*, suplemento CD Rom, 2006. v. 24, n.1.
- ARAÚJO, M.L. Produção comercial de semente híbrida F1 de tomateiro. In: CASALI, V.W.D. coord. **Seminários de Olericultura**. Viçosa: UFV, 1987. v.13. p.107-121.
- FILGUEIRA, F.A.R. **Novo manual de olericultura**: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. 2ª edição, Viçosa: UFV, 2003. 412p.
- FONTES, P.C.R.; MARTINEZ, H.E.P. Programa de adubação mineral do tomateiro para mesa, no solo e em hidroponia. **Informe Agropecuário**. v.24, n.219, p.35-42, 2003.
- GEORGE, R.A.T. **Vegetable seed production**. 3 rd ed, Cambridge: Longman, 2009. 320p.

GIORDANO, L.B; ARAGÃO, F.A.S.; BOITEUX, L.S. Melhoramento genético do tomateiro. **Informe Agropecuário**, v.24, n.219, p.43-57, 2003.

LOPES, C.A.; AVILA, A.C. (Eds.). *Doenças do tomateiro*. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2005, 151p.

MELO, P.C.T. Produção de sementes de tomate. In: CURSO SOBRE TECNOLOGIA DE PRODUÇÃO DE SEMENTES DE HORTALIÇAS, 10., 2010, **Palestras...** Brasília: Embrapa Hortaliças, 2010. (CD-Rom).

MELO, P.C.T.; MELO, A.M.T.; NASCIMENTO, W.M.; FREITAS, R.A. Produção de sementes de tomate. In: NASCIMENTO, W.M. (ed.). **Produção de sementes de hortaliças**. Brasília: DF: Embrapa, 2014. v.2, p. 235-263.

MELO, P.C.T.; RIBEIRO, A. **Produção de sementes de tomate: cultivares de polinização livre e híbridos**. In: CASTELLANE, P.D.; NICOLSI, W.M.; HASEGAWA, M. coord. Produção de sementes de hortaliças. Jaboticabal: FUNEP/SOB/UNESP, 1990. p.193-224.

NASCIMENTO, W.M. Produção de sementes de tomate. In: CURSO SOBRE TECNOLOGIA DE PRODUÇÃO DE SEMENTES DE HORTALIÇAS, 4., 2004, *Palestras...* Goiânia: Embrapa Hortaliças, 2004. (CD-Rom).

NASCIMENTO, W.M. Produção de sementes. In: SILVA, J.B.C.; GIORDANO, L.B. **Tomate para processamento industrial**. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia / Embrapa Hortaliças, 2000. 168p.

NASCIMENTO, W.M.; BARROS, B.C.G.; PESSOA, H.B.S.V. Teste de envelhecimento acelerado em sementes de tomate. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.15, n.2, p.251-253, 1993.

NASCIMENTO, W.M.; MIRANDA, J.E.C.; MORAES, M.H.D. Avaliação da qualidade de sementes de tomate para indústria. **Horticultura Brasileira**, v.8, n.2, p.31, 1990.

NASCIMENTO, W.M.; PESSOA, H.B.S.V.; SILVA, J.B.C. Remoção da mucilagem e seus efeitos na qualidade de sementes de pepino e tomate. **Horticultura Brasileira**, v.12, n.2, p.169-172, 1994.

NASCIMENTO, W.M.; SILVA, J.B.C.; PESSOA, H.B.S.V. Produção de sementes de tomate para indústria em Brasília. **Horticultura Brasileira**, v.12, n.2, p.196-198, 1994.

ROCHA, F.E.C.; MIRANDA, J.E.C.; PESSOA, H.B.S.V. Equipamento para extração de sementes de tomate. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.15, n.169, p.57-60, 1991.

SILVA, P.; FREITAS, R.A.; NASCIMENTO, W.M. Detection of *tomato mosaic virus* in tomato seed and treatment by thermotherapy. **Acta Horticulturae**, Bélgica, v. 917. P. 303-307, 2011.

SILVA, R.F.; CASALI, V.W.D. Produção de sementes de tomateiro. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.6, n.66, p.35-36, 1980.

SINGH, R.; SINGH, D. KANWAR, J.S. Studies of the extent of genetic contamination in seed production of exerted stigma tomato (*Solanum lycopersicum* L.). **Hortflora Reseach Spectrum**, v.1, n.4, p.306-311, 2012.

VIDIGAL, D.S.; DIAS, D.C.F.S.; NAVEIRA, D.S.P.C.; ROCHA, F.B.; BHERING, M.C. qualidade fisiológica de sementes de tomate em função da idade e do armazenamento pós-colheita dos frutos. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 28, n. 3, p. 87-93, 2006.

Nota: Com a devida autorização dos demais autores, esse texto foi elaborado a partir do arquivo original do cap. 3 da seguinte obra:

NASCIMENTO, W.M.; MELO, P.C.T.; FREITAS, R.A. Produção de sementes. In: CLEMENTE, F.M.V.T.; BOITEUX, L.S. (ed.). Produção de tomate para processamento industrial. Brasília: Embrapa, 2012. p. 53-75.