

ESTRATÉGIAS PARA A PRODUÇÃO DE MATERIAL DE PROPAÇÃO VEGETAL LIVRE DE PATÓGENOS

ERLEI MELO REIS¹
 RICARDO TREZZI CASA²
 MARIVANE SEGALIN¹
 ELAINE DEUNER¹
 MARCELO CARMONA³

INTRODUÇÃO

Produzir sementes, partes e órgãos de propagação vegetal livres de patógenos é uma tarefa difícil, desafiadora e, por isso, pouco atrativa para o pesquisador e produtor de sementes e de mudas. Também tem sido apoiada timidamente por agências financiadoras de projetos de pesquisa, porém, pela importância, deveria receber mais incentivos.

Neste texto, material de propagação vegetal refere-se a bulbos, estacas, gemas, manivas, mudas, toletes, sementes botânicas, rizomas e tubérculos.

A realidade da atenção dada ao tema mostra que no momento a semente botânica, aparentemente é a mais importante à fitopatologia, pois existem cursos sobre Patologia de Sementes, porém, a patologia relativa a outros órgãos de propagação vegetal tem recebido menor atenção. Pela importância deveria se dar o mesmo tratamento e terem-se igualmente cursos e treinamento sobre Patologia de Mudas, de Bulbos, de Manivas, de Toletes, etc. Principalmente os produtores destes materiais deveriam receber treinamentos para que entendam a sua importância.

Diversas perguntas pertinentes a este tema em fitopatologia devem ser feitas. Por que aonde se cultiva uma espécie vegetal sempre estão presentes as doenças daquela espécie? Como os patógenos encontram a planta hospedeira? Está disponível aos produtores material de propagação vegetal livre de fitopatógenos? Para que produzir esse material livre de patógenos? Qual a necessidade? Qual a consequência? Tem alguém interessado? Esta necessidade é reconhecida por produtores, técnicos e pesquisadores? Sabem-se as consequências práticas desse material indene

de fitoparasitas? Se o vento transporta o inóculo de parasitas necrotróficos de um local para outro, se o ar está repleto de inóculo em todos os locais, em todo o tempo, a proposta aqui apresentada não tem sentido.

Todos os agentes fitopatogênicos podem infectar partes ou órgãos de propagação vegetal tais como fungos, estramenópilas, bactérias, vírus, protozoários (*Plasmodiophora*) e nematóides. Neste artigo dá-se ênfase aos fungos, bactérias e vírus.

Devem-se envidar todos os esforços para erradicar os fitopatógenos em suas fontes de inóculo primário

Todos os órgãos da planta podem ser atacados pelos fitopatógenos (McNew, 1960) estando aqui incluídos os de propagação vegetal. Com estes os parasitas são transportados desde o local de produção do material, até os locais do cultivo comercial.

Os parasitas infectantes de material de propagação vegetal retornarão aos órgãos aéreos de onde eles vieram. No caso de mudas de plantas perenes com folhas perenes como café e citros, por exemplo, esse processo não é necessário, pois nunca ocorre a separação do parasita da planta hospedeira.

Na produção de material vegetal indene de patógenos é indispensável o uso rotineiro de métodos sensíveis ou meios semi-seletivos à detecção do patógeno alvo da eliminação. Citam-se como exemplos para sementes o meio semi-seletivo para *Bipolaris sorokiniana* (Reis, 1983) que pode ser usado na detecção de outros gêneros de fungos como *Alternaria*, *Drechslera*, *Exerohilum* e *Stemphylium*, para *Fusarium* o meio de Nash & Snyder (1960), etc. Para a detecção de bactérias em sementes sugere-se consultar Van Vuurde, et al. (1983), Bashan & Assouline (1983),

¹Professor Dr. Universidade de Passo Fundo, erleireis@tpo.com.br

²Professor Dr. Universidade do Estado de Santa Catarina CAV, Lages.

³Professor Mestre Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires - Argentina

Maringoni & Kurosawa (1994) e Schad et al. (2001). No caso de viroses, o teste imuno-enzimático (ELISA) e o ISEM são suficientemente sensíveis para a detecção desses agentes causais de doenças no material de propagação vegetal (Lange et al., 1983).

A presente abordagem tem como objetivos contribuir para a produção de material de propagação vegetal livre de fitoparasitas reduzindo a ocorrência e a intensidade das doenças em órgãos aéreos na área de cultivo comercial.

Quando o patógeno é excluído do material de propagação do hospedeiro, é possível cultivar a planta livre do parasita pelo resto de sua vida (Agrios, 1997).

Todo e qualquer material de propagação vegetal livre de patógenos, deveria ser continuamente produzido, mantido e comercializado acompanhado de certificado sanitário que comprove essa condição

CONCEITOS BÁSICOS

Para melhor entendimento das bases científicas desta proposta apresentam-se os conceitos básicos dos termos utilizados no texto.

Parasita necrotrófico: Aquele que apresenta em seu ciclo de vida tanto a fase parasitária como a saprofítica. Na fase parasitária, determina a morte de células e tecidos pelo uso de enzimas e toxinas, causando, geralmente, sintomas do tipo mancha, cancro, antracnose e podridões. Por exemplo, são os fungos e bactérias do Grupo Va (McNew, 1960). Podem também causar podridões radiculares e do colo e murchas vasculares (Grupos II, III e IV, McNew, 1960). Em geral, pode ser cultivado em meios de cultura artificiais. É também denominado parasita facultativo e, pode sobreviver associado ou ser transportado veiculados ao material de propagação vegetal e a restos culturais ou na forma de estruturas de dormência livres no solo (Federation, 1973). Incluem-se aqui, fungos e bactérias.

Este grupo interessa especialmente à Patologia de Sementes, porém, chama-se a atenção para o fato de que em fitopatologia não se tem dado ênfase à patologia de bulbos, estacas, estolões, manivas, mudas toletes, e tubérculos.

Parasita biotrófico: Aquele que apresenta em seu ciclo de vida apenas a fase parasitária. Em geral, causa pouca injúria nas células e nos tecidos do hospedeiro sem determinar-lhe a morte. O micélio desenvolve-se entre as células, apenas o haustório é emitido para o interior do citoplasma que exerce a ação parasitária. Exerce, portanto, o parasitismo apenas em células vivas. É denominado, também, parasita obrigatório, sendo dificilmente cultivado

em meio de cultura. Em geral, sobrevive pelo parasitismo de plantas voluntárias ou por meio de estruturas de repouso (Federation, 1973). Às vezes, as estruturas de repouso, como oósporos de estramenópilas encontram-se associadas às sementes como no caso do míldio da soja, causado por *Peronospora manshurica* (Sinclair & Backman, 1993), do girassol, causado por *Plasmopara halstedii* (Leite, 1997) e da cebola, causado por *Peronospora destructor* (Nunes & Kimati, 1997). O míldio da videira pode formar oósporos e/ou micélio dormente em brotos de videira e ser, portanto, disseminado com as mudas (Agrios, 1997). Os vírus podem aqui também ser incluído.

Sobrevivência: Significa o fitopatógeno manter a viabilidade em condições adversas. A adversidade principal é inanição nutricional devido à exaustão do substrato e a competição microbiana quando se encontra no resto de culturas.

Todo o material de propagação vegetal está diretamente envolvido com a sobrevivência, mas principalmente com a disseminação de fitopatógenos.

Quando infectam bulbos, mudas, manivas, toletes, tubérculos e rizomas, não necessitam sobreviver, ocorrendo apenas à continuidade do parasitismo. Lembra-se que associados às sementes botânicas encontram-se dormentes.

Para detalhes do tema sobrevivência, consultar Reis e Casa (2004).

Na propagação vegetal o processo consiste em o patógeno não se separar do hospedeiro. Não esta envolvida aqui a sobrevivência verdadeira, pois nem sempre o inóculo está dormente com quando associado às sementes, mas sim ativo garantindo a continuidade do ciclo de vida da planta fazendo com que os órgãos de propagação vegetal, de geração a geração do hospedeiro levem consigo os parasitas. Assim é garantida a presença constante dos patógenos com os seus hospedeiros aonde eles são cultivados comercialmente.

Os biotróficos sobrevivem principalmente em plantas voluntárias ou como estrutura de repouso associada a sementes e mudas como os oósporos de estramenópila.

Material vegetal portador de patógenos sempre produzirá plântulas/plantas e lavouras/hortas/pomares com as doenças cujos parasitas são por ele transportado e/ou transmitido

Ciclo das relações patógeno-hospedeiro

O conhecimento detalhado do ciclo das relações patógeno-hospedeiro permite o entendimento dos princípios científicos que regem a fitopatologia e traz resposta às perguntas: Como os patógenos infectam o material de

propagação vegetal? Como voltam aos órgãos aéreos os hospedeiros?

Fonte de inóculo: É o local onde o inóculo é produzido. No presente caso interessa a associação patógeno-material de propagação vegetal.

Para dar início ao processo doença o patógeno necessita encontrar o tecido suscetível do hospedeiro. Nesse sentido pergunta-se de onde vem o inóculo? Por exemplo, quando uma planta anual não esta sendo cultivada ou uma perene de folhas caducas esta em repouso e sem folhas, onde está o inóculo? Em plantas perenes com folhas perenes (café e citros) não há a separação mas sim a continuação da cadeia de infecção através dos ciclos secundários.

Inóculo: É qualquer estrutura potencialmente infectiva, ou é a estrutura do patógeno capaz de causar infecção. As principais estruturas (tipos de inóculo) infectivas dos fungos e estramenópilas são os esporos, porém qualquer estrutura como micélio, conidióforos tem o potencial infectivo. No caso das bactérias são as células ou talos bacterianos, nos vírus as partículas infectivas e em nematóides as larvas e os adultos.

Os parasitas biotróficos, agentes causais de doenças como oídio e ferrugem não se encontram associados a sementes.

O inóculo primário: É o ponto de partida para o ciclo primário que por sua vez origina a(s) primeira(s) lesão(ões) no hospedeiro. O material de propagação vegetal é a principal fonte de inóculo primário. Nos casos de áreas aonde se cultiva o hospedeiro pela primeira vez é a fonte de inóculo mais importante. É esse material que transporta e introduz o inóculo na área cultivada pela primeira vez. Por área entenda-se: canteiro, estufa, horta, pomar, lavoura.

Na natureza os patógenos procuram não se separar dos hospedeiros

Para que uma doença, ou o parasitismo tenha início, o inóculo deve atingir os tecidos suscetíveis do hospedeiro. Portanto, de onde vem? Aonde esta? As respostas para estas perguntas constituem o tema fonte de inóculo.

Todo o material de propagação de plantas atua como fonte de inóculo

As sementes (no armazém) e mudas (em viveiros) e os restos culturais (sobre o solo) são as principais fontes de inóculo de parasitas necrotróficos (Grupo Va, McNew, 1960). Como regra, todos os parasitas, fungos e bactérias, do grupo acima citado encontram-se associados à propagação vegetal. Portanto, caso não se queira a doença, essa fonte de inóculo inicial ou primária deveria ser eliminada!

Disseminação ou dispersão: É o transporte, ou

deslocamento do inóculo desde a fonte, ao acaso em todas as direções.

Quando o transporte é feito junto com órgãos do hospedeiro é chamado de disseminação passiva direta não havendo a separação (remoção) do hospedeiro, andam ou se deslocam juntos. Por isso, no caso de bulbos, estacas, gemas, manivas, mudas, rizomas, sementes, toletes e tubérculos a disseminação é considerada a mais eficiente. Desse fato se pode inferir que na natureza os fitopatógenos procuram não se separar do hospedeiro do qual dependem nutricionalmente.

Os fungos, estramenópilas, protozoários e nematóides infectantes de raízes de mudas, também não requerem a remoção da fonte de inóculo é uma simples continuidade da atividade parasitária. O mesmo fato ocorre com nematóides em bulbos de alho (Lear & Johnson, 1962).

Por outro lado, quando o inóculo se separa do hospedeiro, a disseminação é chamada de passiva indireta sendo o transporte feito por agentes externos, como vento e água, principalmente.

Mais tarde, os ciclos secundários dentro da própria planta recém-estabelecida, ou para as suas vizinhas dentro da área de cultivo, requer o processo de disseminação a curta distância envolvendo a remoção, o transporte e a deposição do inóculo nos sítios de infecção.

No caso de parasitas de órgãos aéreos, os esporos secos são removidos e transportados pelo vento e os molhados (incluindo células bacterianas) pela água da chuva ou da irrigação. O transporte pelo vento ocorre a distâncias maiores do que pela água (Maude, 1966). A fase de disseminação termina com a deposição do inóculo nos tecidos suscetíveis do hospedeiro.

Transmissão: É o processo, por exemplo, de passagem do parasita das sementes para os órgãos aéreos e/ou radiculares. Ocorre dentro da própria planta. O parasita retorna aos órgãos aéreos de onde veio o que constitui um ciclo vicioso que deve ser rompido por táticas racionais de manejo de doenças.

Na transmissão deve-se considerar:

No caso de sementes, os parasitas por elas transportados mudam de órgão, se deslocam pelo crescimento micelial de uma parte para outra da planta, por exemplo, da semente para a plúmula via coleóptilo, ou para as raízes. Passaram por uma fase de repouso ou dormência juntamente com a semente.

Há casos, porém, em que o parasita não muda de órgãos há apenas a continuidade do parasitismo como ocorre com raízes de mudas infectadas por podridões radiculares e

nematoses e por parasitas de órgãos aéreos (mudas de plantas perenes com folhas perenes). Nesse caso os parasitas estão sempre ativos não havendo fase de dormência repouso ou separação do hospedeiro. Por isso, pode ser considerada altamente eficiente. Algo deve ser feito para separar, nesse caso, os patógenos do material de propagação vegetal.

Semelhantemente ao que ocorre com sementes também se processa com tubérculos, bulbos, manivas e estacas.

Em relação à mudas, caso em que não é requerida a remoção da fonte de inóculo primário (separação do patógeno do hospedeiro), ocorre apenas à continuidade do parasitismo através de ciclos secundários no novo local de cultivo. Somente se altera o estágio fenológico da planta, de adulta que era agora é jovem e recomeça o ciclo do hospedeiro. Percebe-se então que o ciclo de vida do patógeno apenas continua, não há reinício; houve apenas a disseminação passiva indireta e em consequência a continuidade da associação planta-patógeno.

O maior desafio do fitopatologista é desenvolver estratégias para romper a associação planta-patógeno

No caso de sementes botânicas, o processo de transmissão ocorre diferentemente em gramíneas e em folhas largas.

Em gramíneas distingue-se: (a) o micélio cresce do interior para o exterior da semente sobre o coleóptilo até atingir a superfície do solo aonde esporula. Nesse caso, a extremidade apical o coleóptilo evidenciará sintomas/sinais da presença do parasita. (b) ao micélio crescer sobre o coleóptilo perfura-o atingindo a plúmula em seu interior. Nesse caso o mecanismo de transmissão é denunciado pela presença de lesões no limbo da plúmula.

Em dicolitedôneas epígeas (soja, feijão, girassol, algodão, etc. menos ervilha) durante a formação e maturação da semente os cotilédones foram colonizados dentro dos legumes. Os fitopatógenos encontram-se dormentes dentro dos cotilédones. Posteriormente, na lavoura, ao emergirem as plântulas, evidenciam lesões cotiledonares e ou nas primeiras folhas (algodão). Nos tecidos lesionados o inóculo se multiplica, sob condições climáticas favoráveis, e fica a mercê dos agentes de disseminação passiva indireta. Como consequência, nos dois casos, ocorre a introdução dos fitoparasitas em lavouras, hortas, pomares e estufas. Desse fato decorre a necessidade de controle ou da erradicação em sementes.

No caso de mudas, se a planta mãe ou matriz estava infectada não ocorre transmissão mas sim a continuidade do ciclo de vida tanto do hospedeiro como do patógeno via muda nova.

Ciclo primário da doença: No caso da disseminação passiva direta não é claro o conceito de fonte de inóculo primário, pois aqui as partes da planta levando consigo o inóculo é a fonte primária havendo a continuidade da ligação planta-patógeno. Já no caso da disseminação passiva indireta, para o ciclo primário, a fonte de inóculo não é a planta doente. O inóculo vem de outras fontes ou locais que não seja o próprio hospedeiro.

Ciclo secundário: Nessa situação a planta doente produz inóculo para a segunda e demais gerações do ciclo de vida do fitopatógeno, na cultura e o patógeno já se encontram estabelecido na área de cultivo. Estes ciclos, agora determinam o crescimento da intensidade da doença, iniciando geralmente nas folhas inferiores e depois terminando por atingir novamente os órgãos reprodutivos.

O CLIMA X INFECÇÃO

Infecção de sementes

Para os fungos patogênicos do Grupo Va de McNew (1960), o processo infeccioso é altamente condicionado pelo clima. Uma vez os esporos estando depositados nos sítios de infecção, esse processo é altamente dependente da duração do molhamento foliar contínuo e da temperatura média nesse período. A essa interação requerida para a infecção Zadoks & Schein (1969) denominaram de período crítico. Portanto, sem período crítico não ocorrem doenças em órgãos aéreos e consequentemente a contaminação do material de propagação vegetal.

Fato semelhante ocorre com as bacterioses em órgãos aéreos de seus hospedeiros. Os propágulos das bactérias, células ou talos bacterianos comportam-se como estruturas molhadas requerendo água para a remoção e transporte.

Por outro lado, cultivos conduzidos em locais de clima seco, irrigadas por gotejamento ou micro-aspersão, sem molhamento foliar, não ocorrem doenças (Grupo Va de McNew, 1960) nos órgãos aéreos e consequentemente na semente colhida e mudas produzidas. Este princípio tem sido explorado na produção de sementes de feijão vagem nos Estados Unidos como relatado por (Webster et al., 1983).

Sem molhamento não ocorre doença em órgãos aéreos causadas por fungos, estramenópilas e bactérias, exceto oídios.

Infecção de mudas

No caso da disseminação passiva direta e doenças do

Grupo Va (McNew, 1960) o clima não está relacionado com a transmissão, mas sim com o número resultante de ciclos secundários no ciclo da cultura recém estabelecida (Reis, 2004). O crescimento da doença possibilita que o inóculo atinja novamente os órgãos de onde saiu, isto é, todo e qualquer material de propagação vegetal.

Esse princípio será aqui explorado na produção de sementes e mudas indenadas de patógenos.

Produzir material vegetal em ambiente seco, sem a ocorrência de chuvas é a tática mais eficaz para evitar a complementação do ciclo primário e conseqüentemente de ciclos secundários e do crescimento futuro da doença em órgãos aéreos. O crescimento da doença leva os patógenos às inflorescências/infrutescências. Por outro lado, o clima adverso (sem molhamento) não permite o desenvolvimento da doença e conseqüentemente o material de propagação vegetal produzidos será livre de patógenos.

Essas condições também ocorrem em ambiente semiprotégido (estufas plásticas) sem irrigação por aspersão.

Lembra-se que sem molhamento não há infecção, por exemplo: cultivo sujeito a molhamentos freqüentes por chuvas tem maior intensidade da doença (ciclos secundários) e maior incidência no material de propagação vegetal produzido.

Este raciocínio é diferente para o caso dos vírus que necessitam na disseminação-inoculação de um agente vetor.

ESTRATÉGIAS PARA A PRODUÇÃO DE MATERIAL VEGETAL LIVRE DE FITOPARASITAS

4.1 Sementes

A maioria das espécies vegetais cultivadas é multiplicada por sementes: abóbora, acelga, alface, alfafa, aveia, arroz, berinjela, beterraba, canola, cebola, cenoura, centeio, cevada, couve brócoli, couve flor, couve rábano, ervilha, ervilhaca, fava, girassol, feijão, feijão vagem, jiló, lentilha, linho, melancia, melão, milho, nabo, nabo-forrageiro, pepino, pimentão, quiabo, rabanete, repolho, salsa, soja, tomate, trigo, trevos, triticale e etc.

Primeiro passo-Limpeza da semente-fundação (Genética)

Talvez se possa generalizar que a semente deveria vir direto dos centros de melhoramento para os centros de limpeza. Em geral foram selecionadas sob alta pressão de doenças e em condições de campo sob chuva natural, com alta incidência em sementes dos fitoparasitas necrotróficos

dos órgãos aéreos.

Na situação atual a maioria dos órgãos e partes de propagação vegetal está infectada por fitopatógenos, exceto mudas, tubérculos obtidos por cultura de tecidos, por isso, o primeiro passo é iniciar um processo de “limpeza” de uma pequena quantidade de material chamada de “fundação”.

Termoterapia

Princípio e potencial de controle

Muitas vezes, o tratamento químico falha ou fracassa no controle de uma doença, por exemplo, no tratamento de sementes, enquanto que a termoterapia é eficiente em erradicar.

As revisões de Baker (1962) e de Grondeau e Sanson (1994) apresentam os princípios que norteiam o uso da termoterapia no controle de doenças de plantas.

A termoterapia baseia-se no fato de que os microrganismos parasitas (fungos e bactérias) são mortos, ou os vírus e viróides inativados em regimes de temperatura e de tempo e que cause pouca injúria ao hospedeiro. Na técnica é explorada a diferença de sensibilidade térmica dos parasitas e do hospedeiro de modo a eliminar os agentes causais de doenças e levemente injuriar a planta ou seus órgãos ou partes. O problema é identificar a temperatura e o tempo de exposição para as várias espécies vegetais e suas partes ou órgãos e que atinja os objetivos propostos (Baker, 1962).

Fatores como conteúdo de água do material vegetal, dormência do material, idade e vigor das sementes, condições das camadas externas estão envolvidos no processo. Sabe-se desde há muito tempo que quanto menor for o conteúdo de água da semente, por exemplo, maior é a resistência do hospedeiro a alta temperatura (Waggoner, 1917). O importante é o ponto de inativação térmica, isto é, a temperatura letal ao parasita.

Uma grande variedade de partes vegetais pode ser tratada pela termoterapia: mudas em vasos, enxertos, plântulas, manivas, toletes, gemas, estacas, sementes, bulbos, tubérculos, brotos meristemáticos. A termoterapia representa um método de controle simples, de fácil uso, e barata. A termoterapia pode ser feita pela imersão do material em água quente, submetido ao ar aquecido e ao vapor.

A termoterapia tem sido praticamente o único procedimento para limpar sementes de bactérias.

A associação da termoterapia com a cultura de tecidos constitui a principal estratégia para produzir explantes livre de vírus a partir da planta mãe infectada. Por isso, nesses casos a termoterapia é a única medida efetiva de controle.

Dentre os princípios pelos quais a termoterapia inativa

fitopatógenos citam-se a desnaturação de proteínas, liberação de lipídios, destruição de hormônios, asfixia dos tecidos, depleção de reservas nutricionais (Baker, 1962).

A termoterapia pode ser feita pela imersão do material em água quente, exposição ao ar seco à quente, ao vapor d'água, a radiação ultravioleta ou microondas (Baker, 1962).

A imersão em líquidos não aquosos (óleo vegetal e propilenoglicol (Pyngji, et al. 1987)) tem a vantagem de não afetar a germinação pela hidratação, mas sim apenas pelo

efeito da temperatura. Um aprimoramento deste método é a imersão, por exemplo, das sementes em suspensão aquosa ou não de fungicidas. A mistura de fungicida na água quente aumenta muito a eficiência do tratamento. Óleo vegetal ou polietilenoglicol podem também ser utilizados (Zinnem & Sinclair, 1982).

Na Tabela 1, resume-se a lista da espécie vegetal, do tipo de tratamento, da temperatura e do tempo de exposição para erradicar fitopatógenos pela termoterapia.

TABELA 1. Relação de espécies vegetais, patógeno controlado, temperatura, tempo de exposição e referência.

Cultura	Patógeno (Fungos)	Tratamento	Temperatura (°C)/Tempo	Fonte
Abóbora	<i>Fusarium solani</i> f. sp. <i>curcubitae</i>	Água quente	55/15 min	Machado (1988)
Algodão	<i>Glomerella gossypii</i>	Ar seco	95-100/12 hs	Machado (1988)
Arroz	<i>Bipolaris oryzae</i>	Fluxo de ar contínuo	70/15 dias	Mendes et al. (1992)
	<i>Bipolaris sorokiniana</i>	Fluxo de ar contínuo	70/15 dias	Mendes et al. (1992)
	<i>Fusarium</i> spp.	Fluxo de ar contínuo	70/8 dias	Mendes et al. (1992)
	<i>Gerlachia oryzae</i>	Fluxo de ar contínuo	70/15 dias	Mendes et al. (1992)
	<i>Poma</i> (Sacc.)	Fluxo de ar contínuo	70/15 dias	Mendes et al. (1992)
Banana	<i>Colletotrichum musae</i>	Água quente	53/20 min	Sponholz et al. (2004)
Batata	<i>Monilochaetes infuscans</i>		48,9/10 min ou 43,3/2 h	Kushman & Hildebrand (1968)
		Água quente	44,4 a 51,1/ 30 min	Raabe & Baker (1971) apud Grondeau & Samson (1994)
Begonia	<i>Pythium</i> sp.	Ar quente	46,1/45 min	Raabe & Baker (1971) apud Grondeau & Samson (1994)
		Vapor arejado	56/20 min	Machado (1988)
Beterraba	<i>Phoma betae</i>	Água quente	56/30 min	Bertus (1967) apud Baker (1969)
		Vapor quente	57,2/20 min	Miller & McWhorter (1948)
		Vapor arejado	52/10 min	Machado (1988)
	<i>Fusarium oxysporum</i>	Água quente	52/10 min	Miller & McWhorter (1948)
		Água quente	54/20 min	Miller & McWhorter (1948)
		Água quente	57/15 min	Miller & McWhorter (1948)
		Água quente	54/15 min	Miller & McWhorter (1948)
<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>	Água quente	57/15 min	Miller & McWhorter (1948)	
<i>Sclerotinia minor</i>	Água quente	54/15 min	Miller & McWhorter (1948)	
Cebola	<i>Botrytis allii</i>		45/12 h	D'yachenko (1981) apud Grondeau & Samson (1994)
			45/12 h	D'yachenko (1981) apud Grondeau & Samson (1994)

continua...

Tabela 1. continuação...

Cultura	Patógeno (Fungos)	Tratamento	Temperatura (°C)/Tempo	Fonte
Cenoura	<i>Alternaria dauci</i>	Água quente	50/20 min	Cunha et al. (1984).
		Calor seco	70/ 15 dias	Trigo et al. (1998)
		Calor seco	70/ 15 dias	Trigo et al. (1998)
	<i>Alternaria radicina</i>	Água quente	50/20 min	Cunha et al. (1984)
		Água quente	50-52/20 min	Machado (1988)
	<i>Alternaria alternata</i>	Água quente	57/20 seg	Wells & Merwath (1973)
		Calor seco	70/ 15 dias	Trigo et al. (1998)
Couve-flor	<i>Phoma lingam</i>	Água quente	56/30 min	Bertus (1967) apud Baker (1969)
	<i>Alternaria brassicae</i>	Água quente	56/30 min	Bertus (1967) apud Baker (1969)
	<i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>mathioli</i>	Água quente	56/30 min	Bertus (1967) apud Baker (1969)
Ervilha	<i>Ascochyta pisi</i>	Água quente com tiram 0,2%	30/24h	Maude (1966); Maude et al. (1969)
		Ar quente	65/20 min	Maude (1966)
	<i>Mycosphaerella pinodes</i>	Ar quente	55/40 min	Maude (1966)
Gerânio	<i>Puccinia pelargonii-azonale</i>	Água quente	38/24 ou 48 h	Phillips & McCain (1973)
		Água quente	58/ 90 segundos	Phillips & McCain (1973)
			38/48 h	Grouet (1965) apud Grondeau & Samson (1994)
Gladíolo	<i>Fusarium oxysporum</i> sp. <i>gladioli</i>	Água quente	57,2/30 min	Hsieh (1985)
Linho	<i>Sphaerella linorum</i>	Água quente	52,8/10 min	Cruickshank (1954)
Repolho, canola, etc	<i>Alternaria brassicae</i>	Vapor arejado	56/30 min	Machado (1988)
		Água quente	56/30 min	Bertus (1967) apud Baker (1969)
		Vapor quente	56/30 min	Machado (1988)
	<i>Phoma lingam</i>	Água quente	50/30 min	Walker (1922); Gabrielson & Maguire (1977)
		Água quente	56/30 min	Bertus (1967) apud Baker (1969)
		Suspensão aquosa de Tiabendazol a 0,2%	30/24h	Jacobsen & Williams (1971)
Repolho, canola, etc	<i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>mathioli</i>	Água quente	56/30 min	Bertus (1967) apud Baker (1969)
Rosa (Rosa híbrida)	<i>Botrytis cinerea</i>	Água quente	50/40 segundos	Elad & Volpin, (1991)
Quiabo	<i>Botrydiplodia theobromae</i>			
	<i>Colletotrichum</i> sp.			
	<i>Fusarium oxysporum</i>	Água quente	70/30 min	Fernandes e Cunha (1990)
	<i>Papulospora imersa</i>			
	<i>Rhizopus nigricans</i>			

continua...

Tabela 1. continuação...

Cultura	Patógeno (Fungos)	Tratamento	Temperatura (°C)/Tempo	Fonte
	<i>Colletotrichum gloeosporioides</i>	Água quente	50/20 min	Machado (1988)
Tomate	<i>Aspergillus spp</i>	Calor seco	75/48 hs	Lopes & Rossetto (2004)
	<i>Alternaria alternata</i>	Calor seco	75/12-15 dias horas	Lopes & Rossetto (2004)
		Calor seco	70/12 dias	Muniz (2001)
	<i>Alternaria solani</i>	Água quente	50/20 min	Machado (1988)
	<i>Fusarium spp</i>	Calor seco	75/12-15 dias horas	Lopes & Rossetto (2004)
		Calor seco	70/12 dias	Muniz (2001)
	<i>Cladosporium flavum</i>	Calor seco	75/12-15 dias horas	Lopes & Rossetto (2004)
		Calor seco	70/12 dias	Muniz (2001)
Trigo	<i>Ustilago tritici</i>	Água quente	52/11 min	Jensen (1867) apud Silveira (1950)
	<i>Bipolaris sorokiniana</i>	Fluxo de ar contínuo	70/15 dias	Mendes et al. (1992)
Zínia	<i>Poma sp.</i>	Fluxo de ar contínuo	70/15 dias	Mendes et al. (1992)
		Água quente	52/30 min	Machado (1988)
Cultura	Patógeno (Bactéria)	Tratamento	Temperatura (°C)/Tempo	Fonte
Abóbora	<i>Xanthomonas campestris pv. curcubitae</i>	Água quente	54/30 min 56/30 min	Moffett & Wood (1979)
Algodão	<i>Xanthomonas campestris pv. malvacearum</i>		56/10 min	Singh & Verma (1973) apud Grondeau & Samson (1994); Verma et al. (1978)
	<i>Pseudomonas fuscovaginae</i>	Ar seco	70/6 dias	Zeigler & Alvarez (1987)
Arroz	<i>Pseudomonas glumae</i>	Ar seco	65/6 dias	Zeigler & Alvarez (1989)
	<i>Xanthomonas campestris pv. oryzae</i>		53/0 min	Sinha & Nene (1976) apud Grondeau & Samson (1994)
	<i>Xanthomonas campestris pv. translucens</i>	Água quente	52/30 min	Shekhawat & Srivastava (1971)
Batata (Tubérculos)	<i>Erwinia carotovora</i> subsp. <i>atroseptica</i> e subsp. <i>carotovora</i>	Água quente	55/5 – 10 min	Mackay & Shipton (1983)
	<i>Erwinia carotovora</i> subsp. <i>carotovora</i>		44,5/30 min	Wale & Robinson (1986) apud Grondeau & Samson (1994)
Brócolis	<i>Xanthomonas campestris pv. campestris</i>	Acidified cupric acetato	40 e 35/20 min	Schaad, (1980)
Cana-de-açúcar (Toletes)	<i>Xanthomonas campestris pv. vasculorum</i>		52/20 min (1º dia) e 50/ 2 h (2º dia)	Amon (1977a) apud Grondeau & Samson (1994)
	<i>Xanthomonas albilineans</i>	Água quente	50/2 h	Amon (1977b) apud Grondeau & Samson (1994)
	<i>Clavibacter xyli</i> subsp. <i>xyli</i>	Água quente Vapor quente	50/2 h 58/8 h	Damann & Benda (1983) Damann & Benda (1983)

continua...

Tabela 1. continuação...

Cultura	Patógeno (Fungos)	Tratamento	Temperatura (°C)/Tempo	Fonte
Cenoura	<i>Xanthomonas campestris</i> pv. <i>carotae</i>	Água quente	52/20 min 52/10 min	Machado (1988) Ark & Gadener (1944)
		Calor seco	72/4-7 dias	Fourest et al. (1990)
Cevada	<i>Xanthomonas campestris</i> pv. <i>translucens</i>	Ar seco	84/ 11 dias	Sands et al. (1989) apud Grondeau & Samson (1994)
		Ar seco	72/4 dias	Fourest et al. (1990)
Couve de Bruxelas	<i>Xanthomonas campestris</i> pv. <i>campestris</i>	Água quente	50/25 min	Shekhawat et al. (1982)
Couve-flor	<i>Xanthomonas campestris</i> pv. <i>campestris</i>	Água quente	50/30 min	Shekhawat et al. (1982)
Ervilha	<i>Pseudomonas syringae</i> pv. <i>pisi</i>	Ar seco	65/72 h	Grondeau et al (1992)
		Embebidas	55/15 min	Grondeau et al (1992)
		Armazenar	50/ 3 dias	Leben & Slesman (1981)
		Água quente	50/45 a 60 min	Tamietti (1982); Tamitti & Garibaldi (1984) apud Grondeau & Samson (1994)
		Ar quente	70/2 h	Tamietti (1982); Tamitti & Garibaldi (1984) apud Grondeau & Samson (1994)
		Ar seco	50/72 h ou 60/24h	Naumann & Karl (1988) apud Grondeau & Samson (1994)
Feijão	<i>Pseudomonas syringae</i> pv. <i>phaseolicola</i>	Água quente	60/20 min	Severin (1971) apud Grondeau & Samson (1994)
		Ar seco	60/23 a 32 h	Koleva (1984) apud Grondeau & Samson (1994)
Feijão miúdo	<i>Xanthomonas campestris</i> pv. <i>vignicola</i>	Água quente	50/30 min	Jindal et al. (1989)
Gergelim	<i>Xanthomonas campestris</i> pv. <i>sesami</i>	Água quente	52/10 min	Rao & Durgapal (1967); Durgapal et al. (1969)
Repolho	<i>Xanthomonas campestris</i> pv. <i>campestris</i>	Água quente	50/25 – 30 min 50/30 min	Machado (1988) Shekhawat et al. (1982)
Macieira (Sementes)	<i>Erwinia amylovora</i>		38/ 5 dias	Keck et al. (1990) apud Grondeau & Samson (1994)

continua...

Tabela 1. continuação...

Cultura	Patógeno (Fungos)	Tratamento	Temperatura (°C)/Tempo	Fonte
Pepino	<i>Pseudomonas syringae</i> pv. <i>lachrymans</i>	Água quente	50/30 min	Marras na Corda (1974) apud Grondeau & Samson (1994)
		Água quente	53/60 min	Tanase (1975) apud Grondeau & Samson (1994)
		Calor seco	85/60 min	Tanase (1975) apud Grondeau & Samson (1994)
		Ar seco	70/3 dias	Umekawa & Watenabe (1978) apud Grondeau & Samson (1994)
		Água quente	52/10 min ou 54/5 min	Umekawa & Watenabe (1978) apud Grondeau & Samson (1994)
Soja	<i>Pseudomonas syringae</i> pv. <i>glycines</i>	Armazenar	50/3 dias	Leben & Slesman (1981)
Tabaco	<i>Erwinia carotovora</i> subsp. <i>carotovora</i>	Água quente	50/ 12 min	Mc Intyre et al. (1978)
Tomate	<i>Xanthomonas campestris</i> pv. <i>vesicatoria</i>	Água quente	50/25 min	Machado (1988)
		Calor seco	70/96 horas	Silva et al. (2002) Carmo et al. (2004)
		Água quente	56/30 min 54/40 min	Jurchak et al. (1983) Bryan (1930)
	<i>Clavibacter michiganensis</i> subsp. <i>michiganensis</i>	Ar seco	0,6% HCl/30 a 45 min + 66/3h	Thyr et al. (1973)
		Água quente	56/ 30 min	Shoemaker & Echandi (1976)
	<i>Pseudomonas syringae</i> pv. <i>tomato</i>	Água quente	53/ 1 h	Marinescu (1975) apud Grondeau & Samson (1994)
		Ar seco	80/ 1 h	Devash et al. (1979) apud Grondeau & Samson (1994)
Videira (Mudas)	<i>Agrobacterium tumefaciens</i> biovar 3	Água quente	50/ 20 min	Burr et al. (1989) apud Grondeau & Samson (1994)
Cultura	Patógeno (Vírus)	Tratamento	Temperatura (°C)/Tempo	Fonte
Alho (Bulbos)	<i>Vírus do alho</i>	Calor seco	37/35 dias	Torres et al. (2000)
Batata	AMV, PLRV, TBRV	Ar quente	37/3 a 6 semanas	Kaiser (1980)
	PLRV	Calor seco	36/40 dias	Duriat (1989) apud Grondeau & Samson (1994)
Batata-doce	<i>Viroses da batata-doce</i>	Calor seco	Manter plantas 24 a 40 dias por 30 a 37°	Gama (1988)

continua...

Tabela 1. continuação...

Cultura	Patógeno (Fungos)	Tratamento	Temperatura (°C)/Tempo	Fonte
<i>Cerejeira</i>	<i>Ringspot virus</i>		37,5/2 semanas	Nyland & Goheen (1969)
Pessegueiro	<i>Ringspot virus</i>		37,5/3 semanas	Nyland & Goheen (1969)
Videira	<i>Vírus dos entrenós curtos</i>		35-38/2-3 meses	Galzy (1960) apud Dal Conte & Haas (1986)
	<i>Vírus enrolamento foliar</i>		35-38/2-3 meses	Galzy (1960) apud Dal Conte & Haas (1986)
<i>Alfafa</i>	<i>Ditylenchus dipsaci</i>	Água quente	48-49/15 min	Machado (1988)
Beterraba	<i>Heterodera schachtii</i>	Calor seco	65-70/5-10 min	Machado (1988)
Bulbilhos de alho	<i>Ditylenchus dipsaci</i>	Água quente + 0,5% formalina e 0,1% detergente	Pré-imersão 30 + 50/20 min	Lear & Johnson, (1962); Jaehn (1995)

O tratamento pela imersão de sementes numa solução de tiram a quente é tão eficiente que tem sido utilizado como padrão na Inglaterra para o tratamento de sementes de aipo e de beterraba (Maude, 1970). Essa técnica deveria ser testada e, se comprovada a sua eficiência, utilizada na limpeza de sementes de outras espécies vegetais.

A termoterapia é a medida de controle mais eficiente para erradicar fitopatógenos presentes em sementes

Outra possibilidade é cultivar a espécie vegetal para a limpeza da semente-fundação, em casa-de-vegetação, sem molhamento, e com umidade relativa do ar sempre < 80%, pois sem molhamento dos órgãos aéreos não ocorrem ciclos secundário de parasitas necrotróficos, a doença e a infecção de inflorescências, infrutescências e sementes (Jarvis, 1993). Nessa condição o solo também deve ser esterilizado.

Esse procedimento deve ser usado permanentemente na produção da semente-fundação.

Por isso, sementes de qualquer espécie vegetal não deveriam ser produzidas a céu aberto! Através de legislação própria não se deveria permitir a produção de sementes a céu aberto com chuva natural. Deve-se impedir que o material de propagação vegetal contenha inóculo, dissemine-se com ele, evitando-se a transmissão.

Multiplicação da semente em região com clima desfavorável ao desenvolvimento da doença

Sementes portadoras de patógenos sempre produzirão plântulas e lavouras doentes

A multiplicação da semente-fundação da primeira fase, em escala maior, deveria ser feita em região de clima desértico, como o vale do rio São Francisco, com irrigação por sulco (nunca por aspersão que levaria ao desenvolvimento da doença). Talvez nessa condição climática não seja necessário

o uso de fungicidas em órgãos aéreos.

Rotação de culturas

Mesmo numa casa-de-vegetação, mas principalmente na multiplicação a céu aberto, não se deve repetir o cultivo da mesma espécie vegetal na mesma área sobre os seus restos culturais, caso não tenha sido produzida em recipientes com substrato. Os necrotróficos de órgãos aéreos sobrevivem nas sementes e mudas, transmitem-se aos órgãos aéreos com alta eficiência, desenvolvem a doença nos órgãos aéreos e voltam a infectar as sementes e mudas, de onde saíram.

A presença do resto cultural indica a presença do necrotrófico na área de cultivo.

Rotação de culturas é não cultivar a mesma espécie vegetal na mesma área onde estejam presentes seus restos culturais (Reis et al., 2004).

Para reduzir a probabilidade de riscos de contaminação sempre a produção de sementes de espécies anuais deve ser feita observando-se a rotação de culturas. Merece ser discutido o caso da produção de sementes de milho híbrido. Em geral, as companhias produtoras de semente híbrida lançam mão de contratos com agricultores que tem irrigação, como pivô central, por vários anos o que leva a produção em monocultura e plantio direto. Nessa situação é máxima a quantidade de doença nos órgãos aéreos e conseqüentemente na semente colhida.

A rotação de culturas contribui, portanto para reduzir a incidência na semente produzida.

Aplicação de fungicidas nos órgãos aéreos da área produtora de sementes

Deve-se controlar a doença em órgãos aéreos (cultivos feitos no campo), com fungicidas, de modo a evitar que

as doenças do Grupo Va de MacNew (1960) atinjam as infrutescências. Uma boa tática consiste em utilizar como critério indicador do momento e do intervalo das aplicações de fungicidas o limiar de dano econômico (LDE), e fungicidas e doses eficientes. Isso, para as culturas para as quais esta estratégia esta disponível (Reis e Carmona, 2001).

Tratamento da semente produzida com fungicidas

As sementes produzidas pelos métodos acima deveriam ser submetidas a um complemento que é o tratamento com fungicidas e doses eficientes que levasse a erradicação (controle de 100%) dos fitopatógenos a elas associadas. Porém chama-se a atenção para o fato de que, por exemplo, em cereais de inverno, a obtenção da erradicação é um desafio difícil de ser vencido (Reis & Casa, 1988). A eficiência do controle pode ser melhorada pela imersão das sementes na suspensão fungicida à quente (Maude, 1983). Por outro lado, quanto menor a incidência de um fungo fitopatogênico em sementes maior é a eficiência do controle do tratamento com os fungicidas atualmente disponíveis. Isso, no entanto é uma tarefa muito difícil, pois os produtores ainda não dispõem de fungicidas suficientemente potentes, de veículos de cobertura e de máquinas de tratamento de sementes que garantam a erradicação.

Há uma grande demanda por pesquisa para todas as espécies vegetais a fim de se selecionar fungicidas, doses, veículos e melhoria dos equipamentos de tratamento para que a erradicação seja garantida. Com a obtenção da erradicação o impacto desta proposta seriam sentidos nos campos comerciais.

A termoterapia, principalmente de sementes, tem sido eficiente num grande número de espécies (Tabela 1).

A termoterapia tem sido o método mais eficiente para a erradicação de bactérias em sementes (Grondeau & Sanson, 1994).

Análise sanitária da semente

A sanidade da semente assim produzida deve ser monitorada, em cada geração, por método ou meio semi-seletivo, altamente sensível, para certificar se a semente produzida esta livre de patógeno, fungos, bactérias, vírus, nematóides e etc.

Emissão do certificado de sementes livres (limpas)

No caso da análise sanitária indicar a inexistência de fitopatógenos, emitir um certificado de sanidade. Essa semente pode receber o certificado de “Semente Livre de Fitopatógenos”.

4.2 Estacas

As principais espécies vegetais multiplicadas por estacas são: couve, figueira, videira, e etc. Este material deveria ser submetido à termoterapia, técnica que apresenta potencial para erradicar fungos, bactérias e vírus (Tabela 1).

4.3 Gemas

Poucas são as espécies vegetais multiplicadas por gemas. Serve de exemplo os citros onde técnicas para a produção de gemas livres de fitopatógenos à partir de matrizes livres de vírus estão disponíveis.

4.4 Mudas

As espécies vegetais multiplicadas ou propagadas por mudas enxertadas, são: ameixeira, caqui, citros, kiwi, macieira, marmeleiro, pereira, pessegueiro, videira.

A produção de mudas hoje, na maioria dos casos, se caracteriza pela condução em “viveiros” a céu aberto e localizados próximos a pomares comerciais ou de matrizes (fontes de inóculo primário). O porta-enxerto, o enxerto, ou a gema podem estar infectados; ou a muda em formação estar sujeita ao inóculo vindo do pomar próximo (matrizes). Durante o processo de enxertia, se for o caso, por exemplo vírus, bactérias e fungos, não se separam do hospedeiro, por isso, não ocorre à transmissão mas sim uma continuidade do processo infeccioso.

Todas as fases da produção de mudas, inclusive o cultivo das plantas matrizes, deveriam ser conduzidas dentro de um ambiente sem molhamento e na ausência de vetores como em uma casa-de-vegetação telada propiciando um ambiente desfavorável às doenças, como por exemplo estufas com controle da umidade relativa < 80%.

Para detalhes de uma casa-de-vegetação própria para esta finalidade sugere-se consultar Roistacher (1998). O processo de produção de mudas cítricas no estado de São Paulo, serve de exemplo para ser seguido na produção de mudas de toda e qualquer espécie vegetal (www.fundecitrus.com.br).

As mudas assim produzidas receberiam um certificado de “Muda Livre de Doenças”.

Termoterapia de mudas

Como é raro material vegetal sem doenças, em alguns casos, talvez, a limpeza das matrizes também devam ser mediante a termoterapia. Nos casos em que já estão estabelecidos metodologias que permitam a “limpeza” desse material por termoterapia, o material fundação deveria rotineiramente passar por esse processo (Nyland & Goheen, 1969; Maude, 1983; Fourest et al., 1994; Grandeau &

Sanson, 1994).

A termoterapia tem como princípio básico o fato de que o patógeno é eliminado pelo tratamento em determinadas relações tempo-temperatura as quais produzem poucos efeitos deletérios ao material vegetal. Quanto maior for a diferença entre a sensibilidade térmica do hospedeiro e do patógeno, maiores serão as probabilidades de sucesso do tratamento.

Uma técnica eficiente na eliminação de vírus de mudas tem sido a termoterapia. Serve de exemplo a limpeza de mudas de videira mediante esta técnica. O processo consiste em expor a planta em vasos, numa câmara, com temperatura controlada de 36 – 38 °C durante um período de 60 dias e sob fotoperíodo de 12 – 16 horas. Uma vez limpo, são posteriormente multiplicados por enxertia ou por enraizamento dos ápices caulinares dos brotos emitidos durante o tratamento térmico (Kuniyuki & Betti, 1987).

Embora a termoterapia de mudas refira-se principalmente ao controle de vírus, logicamente que oferece potencial para a eliminação de bactérias e de fungos.

Cultura de tecidos

Uma das tecnologias mais eficientes na limpeza do material de propagação vegetativa é a cultura de tecidos. Toda e qualquer espécie vegetal aonde a técnica de micro-propagação fosse possível, deveria ser obtida por esse processo. Serve de exemplos a produção de minitubérculos de batateira, mudas de morangueiro, de videira (Baptista et al., 1993).

Uma descrição detalhada do processo de produção de batata-semente pré-básica pela cultura de tecidos é apresentada por Fortes et. al. (2003) visando à eliminação de fitopatógenos.

Deve-se procurar obter, manter e comercializar material de propagação vegetal livre de doenças

4.6 Bulbos

Bulbos são utilizados na propagação vegetativa de alho, cebola, gladiolos. Nesse caso a infecção por vírus assume papel determinante da qualidade do material propagativo, resultado em reduções no rendimento das culturas.

A produção de material de propagação vegetativa livre de fitopatógenos é uma tarefa muito difícil. Por isso, Fajardo et al. (2000) sugerem, no caso do alho, que o material vegetal deveria ser chamado “planta testada para vírus” em vez de “planta livre de vírus”.

Termoterapia

Um protocolo pode ser seguido para a limpeza dos

bulbilhos fundação. Na primeira fase os ápices caulinares do alho são submetidos à termoterapia a 37 °C por 35 dias. Posteriormente, a partir desse material são obtidas plantas livres de vírus pela cultura de tecidos. Nesse protocolo a indexação foi feita por ISM (Torres et al., 2000.).

Para a limpeza de bulbos de alho da presença de nematóides (*Ditylenchus dipsaci*) pode ser empregada a termoterapia em solução de formol a 1% (Johnson & Lear, 1965). Nesse procedimento não se devem utilizar bulbilhos em estado avançado de quebra de dormência. Imergir os bulbilhos previamente por 30 minutos na solução de formalina a 1% + 0,1% de detergente, aquecida a 38 °C, seguindo-se o tratamento por 20 minutos a 48°C na mesma solução. Plantar logo a seguir.

O material limpo por esse procedimento deve ser multiplicado em casa-de-vegetação telada par evitar a reinfecção pelas viroses via vetores. Essa técnica tem potencial para limpar os bulbilhos de fungos, bactérias, nematóides além dos vírus citados.

Cultura de tecidos

À semelhança de outras culturas de propagação vegetativa, a técnica de cultura de ápice caulinar tem sido empregada na obtenção de plantas de alho livres de vírus (Verbeek et al., 1995).

4.7 Rizomas

Protocolos apropriados para a produção de rizomas livre de doenças também devem ser desenvolvidas e utilizadas na propagação das espécies vegetais que se multiplicam por esse processo.

4.8 Manivas ou toletes

Termoterapia

As culturas multiplicadas por esse processo são principalmente a cana-de-açúcar e mandioca.

Em geral, as bacterioses são as doenças de controle mais difícil. Serve de exemplo a bactéria *Clavibacter xyli subesp. xyli*, agente causal do raquitismo da soqueira da cana-de-açúcar. O controle desse fitoparasita é baseado na termoterapia de toletes ou gemas isoladas (Coopersucar, 1985; Coopersucar, 1989). A maior eficiência do controle foi obtida pelo tratamento térmico do material, em água quente a 52°C por 30 minutos. Provavelmente essa técnica tenha potencial para limpar o material de fungos e de vírus.

4.9 Tubérculos

Na produção de tubérculos, por exemplo, de batatinha,

livres de fitopatógenos tem sido utilizada principalmente a cultura de tecidos (Fortes et. al. (2003) e multiplicados em casa-de-vegetação.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

- A proposta aqui apresentada enfatiza o manejo integrado de doenças envolvendo as seguintes táticas: legislação fitossanitária, controle ambiental, evasão, termoterapia, tratamento de sementes com fungicidas, aplicação de fungicidas em órgãos aéreos, uso correto da irrigação e da cultura de tecidos;
- A proposta tem como alvo o olericultor comercial ou aquele que produz sementes e mudas; o fruticultor comercial ou o viveirista produtor de mudas; o produtor de culturas de lavoura e ao produtor de sementes;
- Estes princípios são aplicáveis a qualquer atividade agrícola envolvendo o cultivo de plantas não estando limitada ao tamanho da propriedade ou a espécie vegetal; As táticas devem chegar ao produtor independente do tamanho da área cultivada até as grandes empresas;
- Todo o ciclo de vida da planta, desde seu estabelecimento, crescimento e senescência deveria ser alvo do controle de doenças como aqui proposto; parece o fitopatologista preocupa-se apenas com as áreas de cultivo comerciais e não com a produção do material de propagação vegetal que as origina;
- O uso de fungicidas em órgãos aéreos deve ser empregado como uma medida complementar e não como a única e final;
- A estratégia apresentada fundamenta-se na redução, ou se possível, na eliminação do inóculo de sua fonte primária bem discutida no início do capítulo;
- Para os patossistemas para os quais ainda não estão disponíveis métodos que levem a erradicação ou limpeza, se deveria desenvolvê-los;
- Embalagens atrativas de sementes não devem seduzir ao consumidor. Mesmo assim, devem ser acompanhadas de atestado de “Semente livre de patógenos”;
- Deve-se ponderar: Quais as leis sobre este tema? O que está normatizado? Quem fiscaliza? O que deveria ser exigido? Ou o mais importante, tem sido cumprido?
- Pelo exposto, deveria haver uma exigência legal para

que a produção de qualquer material de propagação vegetal fosse, mediante as sugestões aqui propostas, por exemplo, toda e qualquer semente de grande lavoura ser produzida em local com clima desértico; acompanhar todas as fases com análise sanitária sensível e o material comercializado acompanhado de um certificado “Semente livre de patógenos”; se já existe por que não é cumprida?

- A literatura fornece metodologia desenvolvida e eficiente para erradicar muitos dos patógenos de patossistemas aqui apresentados, porém poucos têm sido utilizados (Tabela 1);
- A agricultura brasileira seria muito grata com a publicação de um “Manual de limpeza de material de propagação vegetal” para todas as culturas, agrupando-as por semelhança;
- Este tema deveria receber mais atenção, estímulo à pesquisa através de maior volume de verbas, treinamentos e difusão.
- Entre os benefícios para os produtores comerciais pode-se destacar menor intensidade de doença nas áreas de cultivo comerciais, menos custo de controle tornando a atividade agrícola mais sustentável. Nesse sentido não interessa a espécie vegetal explorada (todas podem ser incluídas) e o tipo de propagação.
- Simplificar o serviço quarentenário ao submeter todo e qualquer material importado ao processo de erradicação.

REFERÊNCIAS

- AGRIOS, G.N. Plant pathology. 4ª Ed. San Diego: Academic Press, 1997, 635p.
- ARK, P.A.; GARDNER, M.W. Carrot bacterial as it affects the roots. **Phytopathology**, v.34, p.416-420, 1944.
- BAKER, K.F. Thermotherapy of planting material. **Phytopathology**, v.52, p.1244-1255, 1962.
- BAKER, K.F. Aerated-steam treatment of seed for disease control. **Hort. Res.**, v.9, p.59-73, 1969.
- BASHAN, Y. & ASSOULINE, I. Complementary bacterial enrichment technique for detection of *Pseudomonas syringae* pv. *tomato* and *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* in infested tomato and pepper seeds. **Phytoparasitica**, v.11, p.187-193, 1983.
- BAPTISTA, C.R.; KUNIYUKI; MULLER, G.W.; BETTI, J.A. Obtenção de clones livres de vírus de sete variedades

- de videiras através da cultura de meristema em São Paulo. **Summa Phytopathologica**, Jaguariúna, v.19, p.96-98, 1993.
- BRYAN, M.L. Studies on bacterial canker of tomato. *Journal of Agricultural Research*, v.41, n. 12, p.825-851, 1930.
- CARMO, M.G.F.; CORREA, F.M.; CORDEIRO, E.S.; CARVALHO, A.O.; ROSSETO, C.A.V. Tratamento de erradicação de *Xanthomonas vesicatoria* e efeitos sobre a qualidade das sementes de tomate. **Horticultura Brasileira**, v.22, n.3, 2004.
- COOPERSUCAR. Binômio tempo x temperatura no controle do raquitismo-da-soqueira (RSB) da cana-de-açúcar pelo processo de termoterapia em gemas isoladas. **Série Melhoramento**, n.25, 1989, 5p.
- COOPERSUCAR. Recomendação de assepsia para evitar a disseminação de doenças bacterianas sistêmicas na cana-de-açúcar. **Série Melhoramento**, n.16, 1985, 4p.
- CRUICKSHANK, I.A.M. Thermo-chemical seed treatment. **Nature**, v.173, p.217-218, 1954.
- CUNHA, M.M.; REIFSCHNEIDER, F.J.B.; DELLA VECHIA, P.T. Controle de *Alternaria dauci* e *Alternaria radicina* em sementes de cenoura por quimio e termoterapia. XXIV Congresso Brasileiro e I Reunião Latino Americana de Olericultura F.C.A.V. Jaboticabal- UNESP. 1984.
- DAL CONTE, A.F.; HASS, J.C. Obtenção de plantas de videira livres de vírus pela termoterapia e multiplicação de matrizes com sanidade comprovada. **Pesquisa em andamento**, CNPQ, n.14, p. 1-4, 1986.
- DAMANN, J.R.; BREDA, G.T.A. Evaluation of commercial heat-treatment methods for control of ratoon stunting disease of sugarcane. *Plant Disease*, v.67, p. 966-967, 1983.
- DURGAPAL, J.C.; RAO, Y.P.; SINGH, R. Eradication of infection of *Pseudomonas sesami* from sesamu seeds. **Indian Phytopathology**, v.22, n.3, p. 00-402, 1969.
- ELAD, Y.; VOLPIN, H. Heat treatment for the control of rose and carnation grey mould (*Botrytis cinerea*). *Plant Pathology*, v.40, p. 78-286, 1991.
- FEDERATION of British Plant Pathologists. A guide to the use of terms in plant pathology. Commonwealth Mycological Institute Kew, Surrey, England. **Phytopathological Papers**, n.17, 55p.
- FERNANDES, M.C.A.; CUNHA, R. Efeito da termoterapia sobre o controle de patógenos em sementes de quiabeiro (*Abelmoschus esculentus*). **Fitopatologia Brasileira**, v.15, p.305-307, 1990.
- FORTES, G.R.L.; PEREIRA, J.E.S. Batata-semente pré-básica. In: Pereira, A.S.; Daniels, J.O. Cultivo da batata na região sul do Brasil. Embrapa Clima Temperado - Brasília, DF: **Embrapa Informação Tecnológica**, p.421-433, 2003.
- FOUREST, E.; REHMS, L.D.; SANDS, D.C. BJARKO, M.; LUND, R.E. Eradication of *Xanthomonas campestris* pv. *translucens* from barley seeds with dry heat treatments. **Plant Disease**, v.74, p.816-818, 1990.
- FREDERIKSEN, R.A. Compendium of sorghum diseases. St. Paul, **American Phytopathological Society**. Press, p.25-27, 1996.
- GABRIELSON, R.L.; MAGUIRE, J.D. The biology and control of *Phoma lingam* in crucifer seed crops. *Search* 14 (Summer), p.2-8, 1977.
- GAMA, M.I.C.S. Produção de plantas de batata-doce livre de vírus por termoterapia e cultura de meristema. **Fitopatologia Brasileira**, v.13, p.283-286, 1988.
- GRONDEAU, C.; SANSON, R.A. A review of thermotherapy to free plant material from pathogens, especially seeds from bacteria. **Critical Reviews in Plant Sciences**, v.13, p.57-75, 1994.
- GRONDEAU, C.; LADONNE, F.; FOURMOND, A.; POUTIER, F. and SAMSON, R. Attempt to eradicate *Pseudomonas syringae* pv. *pisi* from pea seeds with heat treatments. **Seed Science and Technology**, v.20, p.515-525, 1992.
- HSIEH, S.P.Y. Ecology and control of gladiolus fusarium wilt. *Plant Protection Bulletin*, v.27, n.3, p.247-256, 1985.
- Jacobsen, B. J.; Williams, P.H. Histology and control of *Brassica oleraceae* seed infection by *Phoma lingam*. **Plant Disease Reporter**, v.55, p.934-938, 1971.
- JAEHN, A. Termoterapia de alho para erradicação de *Ditylenchus dipsaci*. **Nematologia Brasileira**, v.19, p.94-96, 1995.
- JARVIS, R. J. Managing diseases in greenhouse crops. **American Phytopathological Society** Press. St. Paul, 1993, 288p.
- JINDAL, K.K.; THID, B.S.; SONI, P.S. Physical and chemical agents for the control of *Xanthomonas campestris* pv. *vignicola* form cowpea seeds. **Seed Science and technology**, v.17, p. 371-382, 1989.
- JOHNSIN, D. E.; LEAR, B. Additional information regarding the hot water treatment of seed garlic cloves for the control of the stem and bulb nematode (*Ditylenchus dipsaci*). **Plant Disease Reporter**, v.49, p.898-899, 1965.

- JURCHALK, T.B.; MacNAB, A.A.; LUKEZIK, F.L. A speck is not trifling but action solves problem. **Scienc. Agric.**, v.30, p.10, 1983.
- KAISER, W.J. Use of thermotherapy to free potato tubers of Alfalfa Mosaic, Potato Leaf Roll and Tomato Black Ring Virus. **Phytopathology**, v.70, n.11, p.1119-1122, 1980.
- KUNIYUKI, H; BETTI, J.A. Obtenção de clones isentos de vírus de videira através da termoterapia em São Paulo. **Summa Phytopathologica**, Jaguariúna, v.3, n.4, p.173-184, 1987.
- KUSHMAN, L.J.; HILDEBRAND, E.M. Hot-water sprout treatment, a promising control for scurf and black rot of sweet potatoes. **Plant Disease Report**, v.52, n.6, p.475-477, 1968.
- LANGE, L.; TIEN, P.; BEGRUP, J. The potential of ELISA and ISEM in seed health testing. **Seed Science & Technology**, v.11, p.477-4909, 1983.
- LEAR, B.; JOHNSON, D.E. Treatment for eradication of *Ditylenchus dipsaci* in gloves for garlic. **Plant Disease Reporter**, v.9, n.46, p.635-639, 1962.
- LEBEN, C.; SLEESMAN, J.P. Bacterial pathogens: reducing seed and in vitro survival by physical treatments. **Plant Disease**, v.65, p.876-878, 1981.
- LEITE, R.M. V.B.C. Doenças do girassol (*Helianthus annuus* L.). In: Kimati, H.; Amorim, L.; Bergamin Filho, A.; Camargo, L.E.A.; Rezende, J.A.M. **Manual de Fitopatologia**. Volume 2: Doenças das plantas cultivadas. São Paulo, Ed. Agronômica Ceres, p.436-449, 1997.
- LOPES, F.S.; ROSSETTO, C.A.V. Qualidade de sementes de tomate influenciada pelos tratamentos térmicos e osmótico. **Horticultura Brasileira**. Brasília, v.22, n.3, p.642-646. 2004.
- LOZANO, J. C.; LABERRY, R.; BERMUDEZ, A. Microwave-treatment to eradicate seed-borne pathogens in cassava true seed. **J. Phytopathology**, v.117, p.1-8, 1986.
- MACHADO, J.C. Patologia de sementes: **Fundamentos e aplicações**. Lavras: ESAL/FAEP, 1988. 107p.
- MACKAI, J.M.; SHIPTON, P.J. Heat treatment of seed tubers for control of potato blackleg (*Erwinia carotovora* subsp. *atroseptica*) and other diseases. **Plant Pathology**, v.32, p.358-393. 1983.
- MARINGONI, A.C.; KUROZAWA, C. Erradicação de *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* em sementes de tomateiro. **Revista Brasileira de Sementes**, v.16, p.191-194, 1994.
- MAUDE, R.B. Eradicative seed treatments. **Seed Science & Technology**, v.11, p.907-920, 1983.
- MAUDE, R.B. Pea seed infection by *Mycosphaerella pinodes* and *Ascochyta pisi* and its control by seed soaks in thiram and captam suspensions. **Annals of Applied Biology**, v.57, p.193-200, 1966.
- MAUDE, R.B. Seedborne disease and their control. Principles and practice. CAB International, Wallingford, 1996. 280p.
- MAUDE, R.B. The control of *Septoria* on celery seeds. **Annals of Applied Biology**, v.65, p.249-254, 1970.
- MAUDE, R.B.; VIZOR, A.S.; SHURING, C.G. The control of fungal seed-borne diseases by means of a thiram seed soak. **Annals of Applied Biology**, v.64, p.245-257, 1969.
- MAUDE, R.B. Testing steam/air mixtures for control of *Ascochyta pisi* and *Mycosphaerella pinodes* on pea seed. **Plant Pathology**, v.15, p.187-189, 1966.
- MC INTYRE, J.L.; SANDS, D.C.; TAYLOR, G.S. Overwintering, seed disinfestation, and pathogenicity studies of the tobacco hollow stalk pathogen, *Erwinia carotovora* var. *carotovora*. **Phytopathology**, v.68, p.435-440, 1978.
- MCNEW, G.L. The nature, origin and evolution of parasitism. In: Horsfall, J.G., Dimond, A. E. Eds. **Plant Pathology**, New York, Academic Press, v.2, p.2-66, 1960.
- MENDES, M.A.S.; CASTRO, C.; NETO, E.G.; ALMEIDA, M.F.; FONSECA, J.N.L. Efeito do calor seco no controle de fungos em sementes de arroz e trigo. **Fitopatologia Brasileira**. Brasília. v.17, n.2, p.169, 1992.
- MILLER, P.W.; McWHORTER, F.P. The use of vapor-heat as a practical means of disinfecting seeds. **Phytopathology**, v.38, n.2, p.89-101, 1948.
- MOFFETT, M.L.; WOOD, B.A. Seed treatment for bacterial spot of pumpkin. **Plant Disease**, v.63, n.7, p.537-539, 1979.
- MUNIZ, M.F.B. Controle de microrganismos associados a sementes de tomate através do uso do calor seco. **Revista Brasileira de Sementes**, v.23, n.1, p.276-280, 2001.
- NASH, S. SNYDER, W.C. Quantitative estimations by plate counts of propagules of the bean root rot *Fusarium* in field soils. **Phytopathology**, v.52, p.567-572, 1962.
- NUNES, M.E.T.; KIMATI, H. Doenças do alho e da cebola. In: Kimati, H.; Amorim, L.; Bergamin Filho, A.; Camargo, L. E. A.; e Rezende, J.A.M. **Manual de Fitopatologia**. Volume 2: Doenças das plantas cultivadas. São Paulo, Ed. Agronômica Ceres. 1997. p.49- 64.
- NYLAN, G.; H. GOHEEN, A.C. Heat therapy of virus

- diseases of perennial plants. **Annual Review of Plant Pathology**, v.7, p.331-354, 1969.
- PHILLIPS, D.J. and McCAIN, A.H. Hot water therapy for geranium rust control. *Phytopathology*, v.63; p.273-275, 1973.
- PRYOR, R.M.; DAVIS, R.L.; GILBERTSON. Detection and eradication of *Alternaria radicina* on carrot seeds. **Plant Disease**, v.78, p.452-456, 1994.
- PYNGJI, M.M.; SINCLAIR, J.B.; SINGH, T. Soybean seed thermotherapy with heated vegetable oils. **Plant Disease**, v.71, p.213-216, 1987.
- RALPH, W. Enhancing the success of seed thermotherapy: Repair of thermal damage to cabbage seed using polyethylene glycol (PEG) treatment. **Plant Disease Reporter**, v.62, p.406-407, 1978.
- RAO, Y.P.; DURGAPAL, J.C. Seed transmission of bacterial blight disease of sesame (*Sesamum orientale* L.) and eradication. **Indian Phytopathology**, v.19, n.4, p.402-403, 1967.
- REIS, E.M. Selective medium for isolating *Cochliobolus sativus* from soil. *Plant Disease*, v.67, n.1, p.68-70, 1983.
- REIS, E.M.; Carmona, M. **Avaliação do potencial de rendimento de lavouras de trigo com vistas ao controle econômico de doenças foliares com fungicidas**. Universidade de Passo Fundo, 2001, 28p.
- REIS, E.M.; CASA, R.T. **Patologia de sementes de cereais de inverno**. Passo Fundo. Aldeia Norte. 1988. 88p.
- REIS, E.M.; CASA, R.T. **Sobrevivência de fitopatógenos**. IN: do Vale, F. X. R.; Jesus Junior, W. C.; Zambolim, L. Epidemiologia aplicada ao manejo de doenças de plantas. Belo Horizonte: Editora Perfil, p.337-364, 2004.
- REIS, E.M. Previsão de doenças de plantas. Passo Fundo: Editora Universidade de Passo Fundo. 2004. 316p.
- REIS, E.M.; CASA, R.T. BRESOLIN, A.C.R. **Manual de diagnose e controle de doenças do Milho**. Lages: Graphel, 2004. 144p.
- ROISTACHER, C.N. Indexing for viruses in citrus. IN: Haidi, A.; Khetarpal, R.K.; Koganezawa, H. Plant virus disease control. Saint Paul: **American Phytopathological Society**, p.301-319, 1998.
- SCHAAD, N.W.; JONES, J.B.; CHUM, W. Laboratory guide for identification of plant pathogenic bacteria. Saint Paul: **American Phytopathological Society**, 3 ed., 2001. 373p.
- SCHAAD, N.W.; GABRIELSON, R.L. and MULANAX, M.W. Hot acidified cupric acetate soaks for eradication of *Xanthomonas campestris* from crucifer seeds. **Applied and Environmental Microbiology**, p.803-807, 1980.
- SHEKHAAWAT, P.S.; JAIN, M.L.; CHAKRAVARTI, B.P. Detection and seed transmission of *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* causing black rot of cabbage and cauliflower and its control by seed treatment. *Indian Phytopathology*, v.35, n.3, p.442-447, 1982.
- SHEKHAWAT, G.S.; SRIVASTAVA, D.N. Control of bacterial leaf streak of rice (*Oryza sativa* L.) *Indian Journal Agriculture Science*, v.41, n.12, p.1098-1101, 1971.
- SHOEMAKER, P.B.; ECHANDI, E. Seed and plant bed treatments for bacterial canker of tomato. *Plant Disease*, v.60, n.2, p.163-166, 1976.
- SILVA, A.M.S.; CARMO, M.G.F.; OLIVARES, F.L.; PEREIRA A.J. Termoterapia via calor seco no tratamento de sementes de tomate: eficiência na erradicação de *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* e efeito sobre a semente. **Fitopatologia Brasileira**, v.27, p.586-593, 2002.
- SILVEIRA, V.D. Elementos de Fitopatologia. **Separata da Revista Agronomia**, v.9, Fascículo VI, p. 293-428, 1950.
- SINCLAIR, J.B.; BACKMAN, P.A. Compendium of soybean disease. St. Paul, **American Phytopathological Society**, p.17-19, 1993.
- SPONHOLZ, C.; BATISTA, U.G.; ZAMBOLIM, L.; SALOMÃO, L.C.C.; CARDOSO, A.A. Efeito do tratamento hidrotérmico e químico de frutos de banana 'Prata' no controle da antracnose em pós-colheita. **Fitopatologia Brasileira**, v.29, p.480-485, 2004.
- THYR, B.D.; WEBB, R.E.; JAWORSKI, C.A.; RATCLIFFE, T.J. Tomato bacterial canker: Control by seed treatment. **Plant Disease**, v. 57, n.11, p.974-977, 1973.
- TORRES, A.C.; FAJARDO, T.V.M.; DUSI, A.N.; RESENDE, R. O.; BUSO, J.A. Shoot tip culture and thermotherapy for recovering virus-free plants of garlic. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.18, n.3, p.192-195, 2000.
- TORRES, A.C.; FAJARDO, T.V.; DUSI, A.N.; RESENDE, R.O.; BUSO, J.A. Shoot tip culture and thermotherapy in recovering virus free plants of garlic. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.18, n.3, p.192-195, 2000.
- TRIGO M.F.O.O.; PIEROBOM, C.R.; NEDEL, J.L.; TRIGO, L.F.N. Efeito da pré-secagem sobre o desempenho de sementes de cenoura na termoterapia. **Revista Brasileira de Sementes**, v.20, n.1, p. 43-47, 1998.

- Van VUURDE, J.W.; Van den BOVENKAMP, G.W.; BIRNBAUM, Y. Immunofluorescence microscopy and enzyme-linked immunosorbent assay as potential routine tests for the detection of *Pseudomonas syringae phaseolicola* and *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli* in bean seed. **Seed Science & Technology**, v.11, p.547- 559, 1983.
- VERBEEK, M.; van DIJK, P.; van WELL, P. M. A. Efficiency of eradication of four viruses from garlic (*Allium sativum*) by meristem tip culture. **European Journal of Plant Pathology**, v.101, p.231-239, 1995.
- VERMA, J.P.; NAYAK, M.L. and SINGH, R.P. Elimination of *Xanthomonas malvacearum* from cotton seeds by heat water. **Indian Phytopathology**, v.30, n.1, p.73-76, 1978.
- WAGGONER, H.D. The viability of radish seeds (*Raphanus sativus* L.) as affected by high temperature and water content. **American Journal of Botany**, v.4, p.299-313, 1917.
- WALKER, J.C. 1923. The hot water treatment of cabbage seed. **Phytopathology**, v.13, p.251-253, 1923.
- WEBSTER, D.M.; ATKIN, J.D.; CROSS, J.E. Bacterial blights of snap beans and their control. **Plant Disease**, v.67, p.935-940, 1983.
- ZAMBOLIM, L.; Do VALE, F. X. R.; COSTA, H. **Controle integrado das doenças de hortaliças**. Viçosa, MG: 1997. 134p.
- ZEIGLER, R.S.; ALVAREZ, E. Bacterial sheath brown rot rice caused by *Pseudomonas fuscovaginae* in Latin America. **Plant Disease**, v.71, p.592-597, 1987.
- ZEIGLER, R.S.; ALVAREZ, E. Grain discoloration of rice caused by *Pseudomonas glumae* in Latin America. **Plant Disease**, v.73, n.4, p.368, 1989.
- ZINNEM, T.M.; SINCLAIR, J.B. Thermotherapy of soybean seeds to control seedborne fungi. **Phytopathology**, v.72, p.831-834, 1982.