

# IMPACTO E MANEJO DAS DOENÇAS NA PROPAGAÇÃO DAS FRUTEIRAS<sup>1</sup>

JOSÉ AIRES VENTURA<sup>2</sup>, INORBERT DE MELO LIMA<sup>2</sup>  
MARLON VAGNER VALENTIM MARTINS<sup>3</sup>, HÉLCIO COSTA<sup>2</sup>

**RESUMO**-Mudas bem formadas e sadias são o sucesso econômico na fruticultura. A sanidade das mudas deve ser assegurada durante o processo de produção, evitando a morte de plantas e a disseminação de patógenos para novas áreas, tendo como consequência o aumento do custo de produção e a redução da produtividade, podendo determinados patógenos inviabilizar temporariamente a cultura nas áreas onde foram introduzidos. As doenças no material propagativo estão entre as principais causas de redução na produtividade agrícola, e a estratégia mais viável para o seu controle é o uso de cultivares resistentes. Entretanto, para muitas fruteiras, ainda não foram identificadas as fontes de resistência e, em alguns casos, a resistência é “quebrada” pelo surgimento de novas raças do patógeno. Outras medidas também são importantes e recomendadas na propagação, como a utilização do manejo integrado, com o uso de métodos culturais e biológicos, preparo do solo, manejo da irrigação, enxertia, nutrição equilibrada e uso da matéria orgânica, eliminando o inóculo inicial e/ou pela redução da taxa da doença. Entre os vários procedimentos nos viveiros visando à sanidade das mudas, estão também a utilização de sementes e de estacas isentas de patógenos, a manipulação dos substratos em locais limpos, a assepsia das mãos, de ferramentas e recipientes, a utilização de água para irrigação com qualidade e a eliminação de plantas invasoras. É importante a limpeza dos viveiros e ter um local adequado para o descarte de mudas, de substratos ou de restos de cultura. Deve-se manter uma rotina do registro e histórico das operações na produção de mudas, bem como a segurança e o controle no acesso às estufas ou viveiros. A aplicação dos conhecimentos e das melhores estratégias de manejo integrado para a produção de mudas sadias garante a qualidade do material produtivo e o sucesso da cultura.

**Termos para Indexação:** Mudas, Doenças, Controle, Manejo.

## IMPACT AND MANAGEMENT OF DISEASES ON FRAGRANT SPREADS

**ABSTRACT**-Well-formed and healthy propagative material are the economic success in any fruit growing. The health of the seedlings must be ensured during the production process, avoiding the death of plants and the spread of pathogens to new areas, resulting in an increase in production costs and a reduction in yield. New pathogens may temporarily impair the culture in the areas where they were introduced. The most viable strategy for the diseases control in the propagative material is the use of resistant cultivars. However, for many fruit plants the sources of resistance have not yet been identified and in some cases the resistance is “broken” by the emergence of new races of the pathogen. Other measures are also important and recommended in the plants propagation, such as the use of integrated disease management, the use of cultural and biological methods, substrate preparation, irrigation management, grafting, balanced nutrition and use of organic matter, eliminating the initial inoculum or reducing the disease rate. Among the various procedures in nurseries for the health of seedlings are also the use of pathogen-free seeds and cuttings, the handling of substrates in clean places, the asepsis of hands, tools and containers, the use of water for irrigation with quality and the elimination of invasive plants. It is important to clean the nurseries and have a suitable place for the disposal of seedlings, substrates or crop residues. It should be a routine the record and history of the operations in the production of seedlings, as well as the security and the control in the access to the greenhouses or nurseries. The application of the knowledge and the best strategies of integrated disease management for the production of healthy seedlings, guarantees the quality of the productive material and the success of the crop.

**Index Terms:** Propagative material, Diseases, Control, Management.

<sup>1</sup>(Trabalho 059-17). Recebido em: 14-04-2016. Aceito para publicação em: 29-08-2017.

<sup>2</sup>Incaper, Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural, 29052-010, Vitória-ES, Brasil. E-mails: ventura@incaper.es.gov.br; inorbert@incaper.es.gov.br; helciocosta@incaper.es.gov.br

<sup>3</sup>Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, CE, Brasil. E-mail: marlon.valentim@embrapa.br

## INTRODUÇÃO

Para o sucesso econômico de uma cultura, as mudas possuem um papel fundamental na obtenção de plantas bem formadas e saudáveis. A sanidade das mudas deve ser assegurada durante todo o processo, evitando-se a morte precoce das plantas. Por outro lado, o risco da introdução de patógenos em áreas livres, na maioria das vezes, ocorre através de material propagativo infectado, que leva ao aparecimento de epidemias e, conseqüentemente a um aumento no custo de produção. Outro ponto importante a destacar é a redução do número de plantas no estande, no campo, levando à redução da produção, do rendimento das plantas e à inutilização temporária de áreas para o cultivo de determinadas espécies e cultivares.

As medidas de prevenção na obtenção de mudas saudáveis são um dos mecanismos de controle mais eficientes, pois uma vez instalada a doença, é muito difícil seu controle, tanto no campo quanto no próprio viveiro. Na produção de mudas, a presença dos patógenos possui diversas origens, entre as quais se destacam as sementes, estacas infectadas, substratos, água (da chuva e irrigação); vento (correntes de ar, para fungos e bactérias), ferramentas (falta de sanitização), plantas hospedeiras (reservatórios de patógenos), substrato e solo (por meio de calçados e recipientes), mãos dos operadores (falta de assepsia) e insetos vetores.

As doenças em mudas podem ser bióticas (infecciosas), causadas por bactérias, fungos, nematoides, fitoplasmas e vírus; ou abióticas, causadas por fatores relacionados ao ambiente, como estresse, umidade, temperatura, condições de cultivo, etc. Muitas vezes, os sintomas são semelhantes e se não houver um controle adequado do ambiente, não se consegue diagnosticar adequadamente a etiologia, exigindo novos métodos de detecção e identificação, bem como estratégias para o controle.

Nos viveiros, as doenças radiculares estão entre as principais causas de redução na produtividade das fruteiras. São causadas por patógenos radiculares, também denominados habitantes do solo, que infectam os órgãos subterrâneos das plantas, destacando-se fungos, bactérias e nematoides (MICHÉREFF et al., 2005a).

Entre os vários itens e procedimentos a serem adotados, visando à sanidade na produção de mudas, estão à utilização de sementes isentas de patógenos, a manipulação dos substratos em locais limpos, a desinfestação das mãos, ferramentas e recipientes, a utilização de água para irrigação com qualidade, a eliminação de plantas invasoras,

o controle de vetores, a segurança e o controle de entrada de pessoas nos viveiros, a limpeza dos viveiros (utilizar piso apropriado de concreto, de brita ou emborrachado para facilitar a higienização), o local para descarte de mudas, substratos e restos de cultura, com incineração semanal, bem como manter como rotina o registro e o histórico das operações na produção de mudas. Além disso, deve-se ter o manejo adequado da irrigação, pois o excesso de água pode provocar encharcamento e comprometer a respiração e o desenvolvimento das raízes, e manter uma nutrição equilibrada, pois os nutrientes fazem parte do mecanismo de defesa das plantas, atuando no seu metabolismo, como ativadores, reguladores ou inibidores (ZAMBOLIM; VENTURA, 2012). Nesta revisão, procura-se mostrar os conhecimentos e as melhores estratégias do manejo integrado para a sanidade e a produção de mudas com qualidade.

## SANIDADE DE MUDAS E SEMENTES

As sementes infectadas originam mudas doentes que servem de fonte do inóculo inicial de patógenos, introdução de patógenos em áreas isentas, contaminação de equipamentos e aumento do custo para o controle fitossanitário.

Na moderna produção de sementes e mudas, a sanidade é de fundamental importância, havendo a necessidade de mão de obra qualificada para garantir a qualidade e a certificação do material propagativo. Conhecer a relação entre micro-organismos e sementes, com destaque para patógenos associados às sementes, dinâmica e mecanismo de transmissão, desenvolvimento de métodos de detecção e controle desses patógenos, possibilita o estabelecimento de tolerância para os níveis de sanidade estabelecidos na legislação e a garantia da produção de mudas saudáveis.

A disseminação de patógenos pode ocorrer pela água, vento, animais e equipamentos, mas a disseminação via sementes e mudas é a forma mais eficiente de transmissão, uma vez que pode ocorrer a longas distâncias, mantendo-se os patógenos viáveis nos tecidos infectados das mudas, preservando a virulência e viabilizando de forma imediata o inóculo inicial em novas áreas (Figuras 1 e 2).

Um exemplo do impacto econômico das perdas causadas por mudas de fruteiras que levam patógenos para o campo é o da goiabeira, com um prejuízo direto causado pelo nematoide *Meloidogyne enterolobii* Yang & Eisenback, 1983, estimado em US\$ 61 milhões de dólares nas áreas produtoras de goiaba dos Estados da Bahia, Ceará, Pernambuco, Rio Grande do Norte e Rio de Janeiro (PEREIRA et al., 2009). Soma-se a esse prejuízo o desemprego

de 3.703 trabalhadores rurais em tempo integral devido ao declínio e à morte dos pomares. Face ao grande potencial desse nematoide em causar elevados prejuízos ao agronegócio nacional, diversos estudos sobre o manejo de áreas infestadas por *M. enterolobii* foram e estão sendo realizados. De preferência, as mudas devem ser produzidas em substratos comerciais, isentos de solo, e os recipientes (sacolas ou tubetes), durante o tempo de viveiro, não devem estar em contato direto com o solo.

O conhecimento do ciclo de vida dos patógenos permite a escolha da melhor forma de detecção, controle e métodos analíticos de diagnóstico. O controle de patógenos em material propagativo pode ser feito por meio do tratamento físico (termoterapia), químico, biológico ou regulando as condições de produção e o armazenamento (umidade, temperatura, etc.). A certificação de sementes e mudas estabelece padrões de tolerância por meio de testes de campo e de sanidade. No diagnóstico, os métodos de análise de sanidade devem atender a requisitos básicos, como a sensibilidade, reprodutibilidade, economicidade, rapidez e praticidade.

#### **ASPECTOS ENVOLVIDOS NA SANIDADE DE MATERIAL PROPAGATIVO**

O Processo Seguro de Produção de Sementes e Mudanças – GSPP (*Good Seed and Plant Practices*) é um protocolo de higiene para a produção de material propagativo que garante 99,99% de eficiência. É uma garantia de qualidade, sobretudo para o produtor, que precisará usar menos defensivos, fato que também beneficia o consumidor e o meio ambiente. As sementes e mudas produzidas sob GSPP são comercializadas com certificação, garantida por auditoria externa, podendo ser comparada aos processos ISO 9000, para validar o processo.

O GSPP ainda não está sendo amplamente usado no Brasil porque não existe demanda, considerando que, no País, a maioria da produção é feita em campo aberto, onde há ocorrência de doenças. Porém, à medida que os cultivos migrarem para ambientes protegidos, a necessidade de garantir sementes e mudas sadias crescerá, e os protocolos do GSPP tenderão a adaptar-se à realidade brasileira. A demanda já começa com o cultivo de plantas que exigem altos investimentos em sua implantação e usa mudas enxertadas, garantindo qualidade e sanidade do material propagativo.

No entanto, o sucesso da gerência dos viveiros para a produção de mudas com qualidade está baseado em quatro pilares básicos: Administração Estratégica, Operacional, Processo Produtivo e

Pessoas que trabalham diretamente na produção de mudas.

A Administração Estratégica envolve atividades da administração financeira e do planejamento estratégico do viveiro, que estabelece a qualidade das mudas, quantidade/volume, ciclos de produção e a programação de produção (volumes mensais) relacionados a aspectos comerciais e de mercado.

A parte Operacional envolve as atividades, treinamento e atribuição de responsabilidade das pessoas responsáveis pelos viveiros, bem como o suporte logístico de suprimentos para a produção de mudas. O treinamento e capacitação das pessoas é muito importante, uma vez que, na maioria dos viveiros, observa-se a presença de profissionais que carecem de formação em fitossanidade, principalmente no diagnóstico precoce das doenças, extremamente importante na erradicação e na redução do inóculo inicial, prevenindo a entrada e a disseminação de patógenos nos viveiros.

Na Gestão de Pessoas, deve-se primar pela competência, valorizando os profissionais envolvidos no Processo Produtivo, buscando resultados fortemente comprometidos com a sanidade do material propagativo.

No Processo Produtivo de mudas, existem atualmente excelentes técnicas, voltadas à nutrição, fertirrigação, manejo climático, automação de processos, redução do ciclo de produção e, principalmente, no diagnóstico de patógenos, que reduzem significativamente os riscos de infecções no material propagativo e o custo de produção, mas que são negligenciados e nem sempre utilizadas.

#### **QUALIDADE E TECNOLOGIA NA PRODUÇÃO DE MATERIAL PROPAGATIVO**

As sementes e mudas são os insumos mais importantes do processo produtivo. Para garantir a qualidade e as tecnologias aplicadas, existe uma grande opção de produtos e serviços disponíveis no mercado para beneficiar as sementes, facilitar seu plantio pelo produtor e realizar o controle de qualidade, dos quais ressaltamos:

- *UpGrading*: processo de seleção física e classificação de acordo com o peso, densidade, tamanho, utilizando técnicas como raios-x, separador de ar, de cor e outros.

- *Priming*: processo de pré-germinação das sementes pela quebra de dormência, é um processo usado apenas para poucas fruteiras. A influência na temperatura de germinação possibilita a produção em diversas regiões, independentemente do clima.

O *priming* possibilita ainda mais vigor e velocidade (inclusive de estabelecimento); maturação fisiológica ótima; uniformidade na capacidade de germinação e estande final.

- Desinfestação e sanitização: permitem erradicar, externa e internamente, patógenos transmitidos por sementes, sem afetar negativamente a velocidade de emergência e estande final das plantas no campo. Tecnologias para erradicar patógenos transmitidos pelas sementes já são disponíveis como as que são submetidas com ar úmido e quente, sob condições rigorosamente controladas.

Também são disponíveis as tecnologias de Revestimento das Sementes, que incluem atualmente três categorias:

a)- Peliculização (*Film Coating*): aplicação de fina camada de polímero adesivo na semente (película de revestimento), que proporciona melhor desempenho e manuseio seguro, em que os princípios ativos ficam fixados à semente, evitando seu desperdício e, conseqüentemente, a perda financeira e o impacto ambiental. Este processo possibilita a customização da semente por cor, de acordo com o critério de identificação, muitas vezes solicitado pelo cliente.

b)- Incrustação e Peletização: são técnicas que proporcionam uma superfície mais lisa e uniforme na semente, facilitando o plantio mecanizado. O revestimento permite a aplicação de princípios ativos e aditivos (defensivos, estimulantes, biológicos), facilidade de plantio, além de que viabiliza a identificação e a rastreabilidade. O processo de incrustação geralmente proporciona o aumento de peso da semente de 1 a 5 vezes, mas não muda o formato da semente; já na peletização, o aumento de peso pode variar mais de 15 vezes, alterando o formato da semente.

### **Mudas Micropropagadas**

Devido à característica de totipotencialidade das células vegetais, é possível redirecionar a morfogênese das plantas, a partir de um grupo celular que seja induzido por estímulos químicos e físicos (SILVA NETO; ANDRADE, 2011).

As “biofábricas” (laboratórios de cultura de tecidos) possibilitam um salto de qualidade fitossanitária e genética nas mudas, já que a cultura de tecidos permite eliminar pragas e doenças. No entanto, poucos laboratórios têm a organização com foco na fitossanidade das mudas produzidas. Entre os entraves, está a falta de legislação específica para o setor, políticas públicas adequadas, dificuldade de transporte das mudas *in vitro* e escassez de recursos humanos qualificados.

Entre algumas tendências de mercado, destacam-se a embriogênese somática (sementes sintéticas), a automatização de processos de produção *in vitro* e o uso de lâmpadas LED, que além de proporcionar benefícios para a planta, também contribuem para o uso mais sustentável da energia nas “biofábricas”.

Nos diferentes processos, entre os quais estão a micropropagação convencional, biorreatores de imersão temporária (TIB) e embriogênese somática, busca-se um padrão de identidade do material propagativo com garantia da sanidade, obtida através da indexação para patógenos e certificação das mudas (VENTURA; HINZ, 2002).

Tratando-se da importação de material vegetal de outros países, é necessária a realização da Análise de Risco de Pragas (ARP), exigida na legislação federal, evitando-se o risco da introdução de patógenos que possam vir a comprometer economicamente a cultura no País (Figuras 3 e 4). Neste sentido, deve-se considerar não só as Pragas Quarentenárias da cultura para o país, mas também aqueles patógenos que possam ocorrer em outras plantas nesses países e não presentes no Brasil (VENTURA; HINZ, 2002).

A micropropagação por cultura de tecidos permite rapidez na produção e garante a sanidade e a homogeneidade genética das mudas, principalmente quando se trata de novas variedades, em que ainda não se dispõe de grande volume de mudas para a formação de lavouras comerciais (CAETANO; VENTURA, 2009). Após o período de desenvolvimento nas bandejas, as mudas de algumas espécies, como o abacaxizeiro, por exemplo, devem ser transplantadas para canteiros de terra, onde permanecerão até atingir o porte para plantio no campo.

Os protocolos para multiplicação assexuada de fruteiras, utilizando-se da cultura de tecidos, já estão disponíveis para sua aplicação comercial na maioria das espécies; no entanto, para novas cultivares, ainda são necessárias pesquisas que permitam seu uso para obtenção de grandes quantidades de mudas certificadas, atendendo às exigências legais e as boas práticas, principalmente fitossanitárias, nas biofábricas.

### **Mudas Enxertadas**

A clonagem das diferentes fruteiras em escala comercial também pode ser realizada utilizando-se das técnicas de estaquia e de enxertia. Na fruticultura moderna, há uma demanda por novos porta-enxertos resistentes, os quais devem combinar resistência a diversos patógenos, com características agrônômicas desejáveis, incluindo compatibilidade com enxerto,

redução do tamanho da planta, no caso de espécies arbóreas, e tolerância a estresses abióticos, como o estresse hídrico.

A enxertia de mudas ainda é uma prática pouco usada no controle de patógenos de solo em algumas fruteiras de importância econômica para o Brasil; no entanto, já vem tendo seu uso recomendado para algumas regiões produtoras de goiaba, cacau, citros e caju. Na goiabeira, a grande aplicação da enxertia visa ao controle dos nematoides *M. enterolobii*, usando as técnicas de garfagem em cunha, feita nas mudas no estágio inicial de desenvolvimento, ou o sistema usando a técnica da encostia das mudas (Figura 5). Nesta espécie, a enxertia só se faz necessária para áreas infestadas com *M. enterolobii*, mas, apesar da necessidade e de haver fontes de resistências, o gargalo dessa técnica reside no fato de não haver porta-enxerto validado e recomendado e, principalmente, uma técnica de enxertia que garanta o vigor do enxerto, seja na fase de viveiro, seja na longevidade das plantas no campo. Portanto, o uso de porta-enxertos resistentes tem excelentes perspectivas, mas ainda com alguns desafios a superar, como, por exemplo, a compatibilidade entre os enxertos, o custo da muda enxertada e a disponibilidade do porta-enxerto e, ainda, o material promissor, tratando-se de um híbrido onde não há garantia que manterá as características de resistência aos descendentes.

Para os nematoides, são relatadas mais de quatro mil espécies parasitas de plantas, que são associados às principais culturas de importância econômica no mundo, de acordo com a região produtora (NICOL et al., 2011). De maneira geral, vivem no solo e alimentam-se nas raízes das plantas, causando danos diretos, ao destruir as células e os tecidos das raízes, bem como indiretos, abrindo, através de suas lesões, portas de entrada para outros patógenos.

A lista dos “Top 10” nematoides mais pesquisados inclui as espécies: (1) nematoides das galhas (*Meloidogyne* spp.); (2) nemátodos de cisto (*Heterodera* spp. e *Globodera* spp.); (3) nematoides das lesões (*Pratylenchus* spp.); (4) o nematoide galerias radiculares da bananeira *Radopholus similis*; (5) *Ditylenchus dipsaci*; (6) o nematoide da murcha do pinheiro *Bursaphelenchus xylophilus*; (7) o nematoide reniforme *Rotylenchulus reniformis*; (8) *Xiphinema* (vetor de vírus); (9) *Nacobbus aberrans*; e (10) *Aphelenchoides besseyi* (JONES et al., 2013).

Atualmente, a maior parte do uso de enxertia na produção de mudas é realizada em cultivo protegido. É importante destacar, contudo, que os patógenos apresentam variabilidade genética que

predomina na região onde o enxerto vai ser utilizado, tornando-se importante investigar essa variabilidade para evitar perdas nestas áreas e assim utilizar porta-enxertos resistentes para cada região específica.

Na viticultura, os porta-enxertos têm sido utilizados para proteger as plantas contra pragas do solo há mais de 150 anos (REISCH et al., 2012). A enxertia tem sido utilizada para o manejo de *Meloidogyne* sp. e *Xiphinema index* (vetor do vírus *Grapevine fanleaf virus* (GFLV), bem como outros gêneros de nematoides de importância, como o *Pratylenchus vulnus*, *Criconemoides xenoplax* (ectoparasita) e *Tylenchulus semipenetrans*. Estas espécies eram tradicionalmente controladas com produtos químicos, mas, com a proibição de nematicidas, destaca-se cada vez mais a necessidade do uso de porta-enxertos com resistência.

Na citricultura, após décadas de pesquisas, é possível afirmar a dependência do uso de porta-enxertos para o manejo das doenças. Por se tratar de uma espécie perene, é de fundamental importância a escolha do porta-enxerto que apresente genes de resistência ou tolerância às doenças do local do plantio. Portanto, além das características físicas e químicas do solo e das condições climáticas, faz-se necessário conhecer o histórico de incidência dos patógenos na região de plantio. Essas informações ajudarão a escolher o melhor porta-enxerto ou o de menor risco para uma gama de patógenos.

Por exemplo, dentre os patógenos que interagem com as plantas cítricas, a tristeza impõe-se como limitante a determinadas combinações de copa e porta-enxerto. Os trágicos fatos registrados na década de 40 do século passado são exemplo dessa afirmação. Nesse período, os plantios eram formados por laranjeiras-doce sobre azeda e ocorreu concomitantemente à presença do pulgão-preto (*Toxoptera citricidus*), um vetor eficiente para a estirpe de vírus agressivo às condições de plantio.

Atualmente, o uso de porta-enxertos tolerantes para cultivares de copas suscetíveis é condição *sine qua non* ao sucesso do empreendimento citrícola, em geral o trifoliata (*Poncirus trifoliata*alguns) e seus híbridos são resistentes à infecção de tristeza, ou seja, o vírus não se multiplica nestas plantas, mesmo quando são enxertadas com borbulhas contaminadas. Esse mesmo porta-enxerto, assim como a laranjeira-azeda possuem baixa suscetibilidade a *Phytophthora* sp. agente causal da gomose; todavia, Feichtenberger (1990) afirma que suscetibilidade alta a muito alta à *Phytophthora* sp. são verificadas nos limoeiros-verdadeiros, laranjeira-doce, limeira-ácida, no limoeiro-rugoso e no pomeleiro.

O porta-enxerto limão ‘Cravo’ (*Citrus*

*limonia* Osb.) apresenta tolerância ao vírus da tristeza (COSTA et al., 1954; GRANT et al., 1961) e é suscetível aos viroides da xiloporose e exocorte (MOREIRA, 1938, 1954, 1955), ao declínio dos citros (BERETTA et al., 1986a) e à morte súbita dos citros (MSC) (BASSANEZI et al., 2002). O híbrido americano 'Rangpur x Troyer' (RxT) é resultado do cruzamento entre limão Cravo x citrange 'Troyer' {*C. limonia* Osb. x [*P. trifoliata* (L.) Raf. x *C. sinensis* (L.) Osb.] } e apresenta-se tolerante à tristeza, mas é suscetível à exocorte, à xiloporose e oferece média resistência à gomose de *Phytophthora* (CASTLE et al., 1986).

Por sua vez, a tangerina 'Cleópatra' (*Citrus reshni* hort. ex Tan.), outro porta-enxerto muito utilizado no passado, é tolerante à tristeza, exocorte, xiloporose, declínio e à MSC (GRANT et al., 1961; BERETTA et al., 1986b, 1994; GIMENES-FERNANDES; BASSANEZI, 2001) e apresenta média resistência à gomose de *Phytophthora* (FEICHTENBERGER et al., 1994). A tolerante à tristeza e a xiloporose também é detectada na tangerina 'Sunki' (*Citrus sunki* hort. ex Tan.) porém esse porta-enxerto é intolerante à exocorte (GRANT et al., 1961; OLSON et al., 1962) e é suscetível à gomose (AGUILAR-VILDOSO; POMPEU JUNIOR, 1997), e tolerante ao declínio (BERETTA et al., 1986b) e à MSC (BASSANEZI et al., 2002).

Quanto aos nematoses observa-se que o porta-enxerto trifoliata (*P. trifoliata*) é resistente ao nematoide *Tylenchulus semipenetrans* Cobb, porém não ao *Radopholus similis* (O'BANNON & FORD, 1977).

Destaca-se que uma nova geração de porta-enxertos, os citrandarins, pretende reunir as qualidades das tangerinas, como tolerância à tristeza, ao declínio, ao viróide da exocorte às dos trifoliatas, entre elas a imunidade à tristeza, resistência à gomose. Os citrandarins são híbridos de microtangerinas (mandarinas) com trifoliatas.

A utilização da enxertia exige, no entanto, rigor e precisão nos processos, sobretudo, com relação às medidas de assepsia, já que o maior risco é o sanitário, destacando-se ainda a transferência de tecnologia até ao campo (transplântio e a logística), o manejo do ambiente, tratamentos culturais e os procedimentos diferenciados de manejo (como irrigação, adubação/nutrição) e a falta de mão de obra qualificada.

### **Indexação de mudas com marcadores moleculares**

Para a indexação e certificação do material propagativo, é importante ter métodos de identificação

práticos, econômicos e específicos, onde as novas técnicas, principalmente as moleculares para a detecção de patógenos em fruteiras, têm-se destacado (ABREU et al., 2012; SANTOS et al., 2016). A moderna fitopatologia exige a ação multidisciplinar com destaque para grandes inovações tecnológicas, que incluem a estrutura molecular do DNA, a tecnologia do DNA recombinante (clonagem), as reações em cadeia da polimerase (PCR, qPCR, etc.) e o sequenciamento do DNA, todas sendo utilizadas no auxílio para a produção de material propagativo sadio (referência).

A biotecnologia e a genômica estão sendo aplicadas diariamente na fitossanidade e na defesa das plantas. As informações que a genômica gera são usadas para o diagnóstico dos patógenos, bem como na seleção assistida por marcadores e no isolamento de genes nos sistemas de transformação ou na seleção de cultivares no melhoramento genético. Estas tecnologias não dispensam, no entanto, o diagnóstico e as estratégias convencionais de controle integrado das doenças das plantas, tanto em campo quanto em viveiro, para a indexação e a certificação de mudas.

### **Cuidados nos Viveiros**

É importante fazer uma seleção criteriosa das mudas no viveiro e ter um cuidado especial com sua localização (evitar solos infestados com fungos e nematoides). É importante também conhecer o local onde será instalado o viveiro (histórico da área).

Na escolha da área para a instalação do viveiro, devem ser observadas as seguintes características:

- ✓ Disponibilidade e qualidade da água para irrigação. É importante observar a salinidade, contaminação por resíduos de produtos químicos e potencial contaminação com agentes causadores de doenças às mudas;
- ✓ Disponibilidade de energia elétrica para alimentar a bomba do sistema de irrigação;
- ✓ Distância de lavouras comerciais ou de plantas doentes. Neste caso, o objetivo é evitar a contaminação do viveiro com doenças que ocorrem no campo;
- ✓ Facilidade de acesso de veículos, porém não muito próximo de estradas movimentadas para evitar o acúmulo de poeira sobre as plantas e/ou telado;
- ✓ O solo do viveiro deve ser de textura leve (arenoso ou arenoargiloso) para facilitar a drenagem do excesso de água;
- ✓ O viveiro deve ser instalado em área com

- declividade de 0,5 a 1% também, para facilitar a drenagem do excesso de água;
- ✓ Áreas infestadas com tiririca devem ser evitadas;
- ✓ O viveiro deve ser cercado para evitar o acesso de animais que possam danificar as mudas;
- ✓ Promoção de treinamento de pessoal.

### SANIDADE DAS MUDAS NOS VIVEIROS

As medidas de controle das doenças radiculares em material propagativo consistem, primeiramente, na prevenção da introdução do patógeno em áreas isentas ou livres, evitando a aquisição de mudas de regiões onde já tenha sido constatado o problema. A associação de patógenos com material propagativo já é relatada e conhecida há muito tempo, com as implicações negativas irreversíveis no material propagativo e na introdução e disseminação de patógenos, principalmente os considerados como pragas quarentenárias A1 e A2 para o País. Além disso, o material propagativo infectado fica desqualificado para a atividade agrícola, colocando em risco a sustentabilidade das culturas e de toda uma região. Portanto, a aquisição de mudas deve ser feita em viveiristas idôneos e registrados no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Em áreas onde já ocorrem as doenças, devem ser realizadas inspeções periódicas para a eliminação de plantas doentes, reduzindo assim o inóculo e a disseminação das doenças.

Uma das estratégias do manejo integrado das doenças radiculares em material propagativo é a sanitização, pela qual se reduz, ou elimina-se completamente, o inóculo inicial, responsável pelo início das epidemias. Além disso, evita-se que os patógenos sejam introduzidos e disseminados de uma região para outra (MICHEREFF et al., 2005a).

As estratégias de manejo integrado que visam à sanitização, nunca devem restringir-se a uma única estratégia para garantir a qualidade das mudas nos viveiros, mas a integração de ações em que se destacam:

- material propagativo sadio e certificado;
- tratamento químico ou térmico de sementes e mudas;
- utilização de substrato e de solo para a produção de mudas, esterilizados ou tratados por solarização. No caso de usar bandejas, deve-se fazer a desinfestação (cloro, hipoclorito de sódio ou amônia quaternária) e eliminar as bandejas velhas e quebradas, que são de difícil desinfestação;
- utilização de piso coberto com plástico,

cimento ou cascalho (para evitar que respingos de água provenientes do solo atinjam as bandejas);

- eliminação de restos de culturas;
- data de plantio ou produção de mudas de modo a evitar épocas de alta presença de inóculo;
- realização de *roguing* das plantas sintomáticas de doenças;
- realização de podas ou eliminação de órgãos ou tecidos doentes, principalmente em hospedeiros perenes;
- eliminação de hospedeiros alternativos, principalmente para o caso de bactérias e vírus, reduzindo a presença de inóculo a partir dessas plantas;
- adubação equilibrada;
- uso de água de boa qualidade na irrigação.

### Irrigação das mudas

Deve-se irrigar de forma a disponibilizar para a planta somente a quantidade de água necessária para o seu adequado desenvolvimento, uma vez que o excesso de água causa a predisposição para infecção por patógenos. A água deve ser de boa qualidade e isenta de contaminações com fitopatógenos (ZAMBOLIM et al., 2000). O manejo da irrigação tem efeito moderador do microclima dentro do dossel das plantas e interfere na infecção e no progresso das doenças.

O sistema de microaspersão deve ser preferido, pois aspersores que provocam grande impacto da água contra o solo não devem ser usados, uma vez que podem contribuir para a disseminação de patógenos, além de arrancar as mudas, o que irá provocar lesões e estresse das plantas, facilitando a infecção. O manejo da irrigação deve ser feito de forma que haja boa disponibilidade de água para as mudas, mas com a drenagem adequada para que não ocorra excesso (Figura 6). Observa-se que a reutilização da água da drenagem, em cultivos protegidos mais tecnificados, pode ser caracterizada como um fator importante para evitar a poluição das águas subterrâneas e superficiais com os nutrientes utilizados. Todavia, esta reutilização da água de drenagem inclui também um enorme risco pela disseminação de fitopatógenos. Assim, quando se faz o reúso da água, é necessária a sanitização da água de drenagem do sistema utilizado.

A incidência do tombamento em mudas é favorecida por solos argilosos, mal-drenados, aeração deficiente, semeadura densa e muito profunda, predispondo-as à ação dos patógenos responsáveis pelo tombamento (Figura 7). Altas temperaturas e períodos chuvosos contribuem para o aumento da severidade da doença. O uso de “mulch” também

pode favorecer, significativamente, a incidência da doença em plantas jovens, independentemente da cultivar (ELDER et al., 2000).

Várias medidas devem ser adotadas para o controle do tombamento de plântulas, iniciando-se pela escolha do local de implantação do viveiro, que deve ser em local bem ventilado, livre de encharcamento, com boa exposição ao sol, afastado de estradas e lavouras, seguindo as recomendações técnicas para a construção de viveiros.

No uso de sacolas de plástico (transparente ou escuro), estas devem ter as dimensões recomendadas para cada espécie, com furos na parte inferior para facilitar a drenagem da água. Sacolas pequenas não são recomendadas, uma vez que podem provocar deformação nas raízes no fundo da sacola, comprometendo posteriormente o desenvolvimento das plantas, levando-as à morte.

É importante fazer a análise química do substrato e enriquecer a mistura com a adição de fertilizante, geralmente o superfosfato simples e o cloreto de potássio. O adubo orgânico deve ser bem curtido, e sua aplicação deve anteceder à adição do adubo mineral. O esterco de curral apresenta o risco de estar contaminado com herbicidas, como o 2,4-D, que é bastante fitotóxico para mudas de diferentes espécies.

## PRINCIPAIS MEDIDAS DE CONTROLE

Os componentes físicos, químicos e biológicos do ambiente do viveiro têm um impacto direto no crescimento do material propagativo e no desenvolvimento das plantas. As doenças radiculares são, geralmente, resultantes de um solo desequilibrado. Na maioria das vezes, a origem desse desequilíbrio está nos sistemas agrícolas adotados, que transformam os campos de cultivo em locais de elevada simplificação ecológica, tornando-os mais sujeitos às perturbações por alguns agentes, dentre os quais os fitopatógenos (MICHHEREFF et al., 2005b).

Plantas bem adubadas e com nutrição equilibrada são mais resistentes às doenças. Adubos orgânicos são bons por melhorar a estrutura do solo e facilitar a ação de antagonistas que exercem o controle biológico dos patógenos (ZAMBOLIM; VENTURA, 2012).

### Controle genético de doenças

Medidas de controle baseadas em métodos químicos, biológicos, físicos ou culturais têm mostrado eficiência limitada em muitas interações. Assim, o controle pela resistência genética constitui a melhor alternativa para o manejo dessas doenças,

podendo-se, por meio dela, alcançar aumentos significativos de produtividade. O plantio dessas cultivares alinha-se também à crescente pressão da sociedade por redução no uso de defensivos agrícolas e por técnicas que conduzam a uma agricultura sustentável.

São inúmeras as tecnologias que contribuem para o desenvolvimento desta área do conhecimento e que já estão disponíveis no mercado. Sementes e mudas poderão ser rastreadas por meio da leitura de código de barra, que traz informações sobre a origem, a resistência a doenças e as características da cultivar. Outra novidade é o *Seed Chipper*, um aparelho que realiza a análise genética de uma amostra de tecido da semente (obtida através de uma “raspagem”), possibilitando escolher para o plantio apenas sementes com as características desejadas e selecionadas pelo pesquisador (FRALEY, 2014).

Devido a estes avanços tecnológicos, toda a informação gerada no campo e nos laboratórios pode ser centralizada por meio de servidores centrais, disponibilizados diariamente para os técnicos realizarem as estratégias fitossanitárias mais adequadas para cada caso, sendo possível recomendar mudas de uma cultivar ou variedade de acordo com as condições edafoclimáticas do talhão em que serão plantadas e os riscos fitossanitários, o que viabilizará a otimização da produtividade.

### Controle cultural de doenças

O controle cultural das doenças consiste basicamente na manipulação das condições de formação das mudas e durante o desenvolvimento do hospedeiro em detrimento do patógeno, objetivando a prevenção ou a intercepção da epidemia por outros meios que não sejam a resistência genética e o uso de agrotóxicos. O objetivo primário do controle cultural é reduzir o contato entre o hospedeiro suscetível e o inóculo viável, de maneira a reduzir a taxa de infecção e o subsequente progresso das doenças (MICHHEREFF et al., 2005b).

De modo geral, pode considerar-se que as medidas de controle cultural visam a evitar a doença ou a suprimir o agente causal, objetivando, portanto, a obtenção de mudas sadias. Para isso, o estado nutricional das mudas pode favorecer ou limitar o processo de infecção e de colonização por patógenos radiculares. Os efeitos da nutrição mineral das plantas sobre as doenças foram detalhadamente relatados por (Zambolim e Ventura, 2012).

Alguns nutrientes podem levar à evasão em função do desenvolvimento e da maturidade de determinados órgãos. O crescimento rápido de mudas pode facilitar a evasão a certas doenças de viveiro. O

fungo *R. solani* tem preferência por tecidos jovens. A resistência nesses tecidos aumenta com o conteúdo de substâncias pécnicas e de cálcio no hipocótilo das plantas.

### **Controle biológico de doenças em mudas**

No controle biológico de doenças radiculares em mudas de fruteiras, os fungos são os principais agentes antagônicos, usados em viveiros e nas fases iniciais do desenvolvimento das plantas no campo. Os micoparasitas *Trichoderma* sp. e *Gliocladium* sp. são os mais extensivamente estudados, não apenas em condições de laboratório, como também em casa de vegetação e campo. Têm sido considerados eficazes no biocontrole de alguns fitopatógenos, principalmente daqueles com estruturas de resistência consideradas difíceis de serem afetadas pelos microrganismos já existentes nos substratos, como esporos, esclerócios, clamidósporos e microesclerócios.

Como principais mecanismos de ação, as espécies de *Trichoderma* podem atuar por antibiose, parasitismo e competição, isolada ou conjuntamente. As estratégias de biocontrole de doenças radiculares fazem parte do manejo integrado que visa à diminuição da densidade populacional do patógeno, não apenas através do uso de microrganismos antagônicos, mas também associadas com outras práticas, como utilização de fungicidas, solarização e fumigação, entre outras.

Como estratégias para melhorar a eficiência do controle de determinadas doenças, incluindo em mudas e sementes sadias, além da pesquisa e do desenvolvimento de novas moléculas, a introdução de biofungicidas em programas de manejo é uma grande estratégia no manejo integrado. Com ação distinta da exercida pelos produtos químicos, os produtos biológicos destacam-se pela atuação no manejo integrado de doenças. Em geral, os produtos biológicos são específicos ou mais seletivos, contribuindo para maior preservação do controle natural em agroecossistemas. Algumas moléculas de fungicidas, quando utilizadas com grande frequência para o manejo de algumas doenças, podem gerar ao longo do tempo populações de patógenos resistentes, dificultando seu controle.

Os produtos biológicos para o controle de doenças agem de distintas maneiras e pode ser feito utilizando fungos, bactérias, vírus ou extratos e óleos vegetais. Esses ingredientes ativos podem ser utilizados em programas de controle, principalmente para manejar a resistência de populações de patógenos a determinados princípios ativos químicos sintéticos.

Um dos agentes de controle biológico que

vem sendo amplamente utilizado no controle de doenças em mudas foi desenvolvido com a bactéria *Bacillus subtilis*. Trata-se de uma bactéria não patogênica, comum no solo e na água, que age como uma ferramenta de proteção e tem como característica principal inibir o desenvolvimento dos fitopatógenos no manejo de algumas doenças.

### **Controle físico de doenças**

Os métodos físicos incluem várias formas de energia física para o controle de patógenos. O tratamento térmico com vapor foi um dos primeiros a ser adotado e, posteriormente, a solarização foi desenvolvida, em que temperaturas mais amenas são atingidas, causando alterações menos drásticas nas comunidades microbianas e na biota do solo.

Muitos trabalhos de pesquisa descrevem o controle de uma grande variedade de patógenos pela solarização. A umidade do solo é importante para a eficiência do tratamento, visto que no solo úmido ocorre a germinação de estruturas de resistência dos patógenos, tornando-as mais sensíveis à ação da temperatura e dos microrganismos antagônicos. Assim sendo, o plástico deve ser colocado em solo úmido para ser efetivo.

A área tratada com a solarização deve ser a maior possível e contínua. A solarização do solo em faixas não é recomendada devido à possibilidade de reinfestação do solo solarizado com o inóculo presente na faixa não tratada e devido ao “efeito de borda” (GHINI et al., 2005).

A desinfestação de substratos para a produção de mudas em recipientes é um sério problema para muitos agricultores. As mudas infectadas e os substratos contaminados disseminam os patógenos para novas áreas, além de propiciar o surgimento de doenças desde o início do ciclo da cultura, podendo significar sérios prejuízos. O principal tratamento utilizado é a fumigação com brometo de metila, porém a proibição desse produto, que deverá ocorrer nos próximos anos, gerou a necessidade da obtenção de alternativas para a desinfestação de substratos (GHINI et al., 2005). Substratos podem ser desinfestados em câmaras especiais, onde o vapor é injetado sob pressão, como no caso de autoclaves. As vantagens e desvantagens do sistema são semelhantes às apresentadas para o uso de vapor em campo. Alguns patógenos habitantes do solo, como fungos, bactérias e nematoides, podem ser inativados no coletor em algumas horas de tratamento, devido às altas temperaturas atingidas (GHINI et al., 2005).

O principal objetivo é a obtenção de material de propagação vegetal livre de patógenos. Com tal propósito, a termoterapia é um método eficiente, que

consegue eliminar os patógenos, tanto interna quanto externamente, dos tecidos do hospedeiro. A técnica tem sido usada para controlar doenças da cana-de-açúcar, cereais, hortaliças, ornamentais e fruteiras, porém tem sido limitada pelo empirismo e pela falta de utilização das informações publicadas.

O princípio básico da termoterapia reside no fato de que o patógeno é eliminado por tratamentos em determinadas relações tempo-temperatura que produzem poucos efeitos deletérios no material vegetal. Nesse caso, quanto maior for a diferença entre a sensibilidade térmica do hospedeiro e do patógeno, maiores serão as chances de sucesso da termoterapia.

O tratamento pelo calor pode ser feito, basicamente, de duas formas:

a)- através de uma intensa e curta exposição, geralmente usada para erradicação de microrganismos, ou

b)- através de uma pouco intensa e longa exposição ao calor, utilizada para reduzir a concentração do patógeno na planta e, geralmente, associada à cultura de meristemas. Para tanto, o material de propagação pode ser tratado com água quente, ar quente ou vapor. De modo geral, o tratamento com água quente é feito com maiores temperaturas do que o método com ar quente. A associação com o tratamento químico, isto é, com o uso de fungicidas dissolvidos na calda, pode aumentar a eficiência do tratamento.

### **Controle químico de doenças**

O uso inadequado de agrotóxicos para o controle de doenças pode ocasionar grande impacto no meio ambiente, contaminando lençóis freáticos, causando desequilíbrios nas populações microbianas no solo, acarretando o surgimento de novas raças de patógenos ou a aparição de outros que se mantinham em equilíbrio.

O progresso no desenvolvimento de fungicidas para uso no solo tem sido limitado pelo fato de muitas moléculas químicas serem degradadas rapidamente pela deterioração dos produtos no solo ou adsorvidas química/fisicamente no solo, especialmente em solos com alto teor de matéria orgânica ou argila.

## **CONCLUSÕES SOBRE O MANEJO INTEGRADO DE DOENÇAS**

O manejo integrado de doenças de mudas de fruteiras, assim como de qualquer planta, pode ser resumido e agrupado em sete princípios gerais (Whetzel) propostos no início do século passado e que continuam válidos (ZAMBOLIM et al., 2000):

*Evasão* – prevenção da doença pelo plantio em épocas ou áreas quando ou onde o inóculo é ineficiente, raro ou ausente;

*Exclusão* – prevenção da entrada de um patógeno numa área ainda não infestada;

*Erradicação* – eliminação do patógeno de uma área em que foi introduzido;

*Proteção* – interposição de uma barreira protetora entre as partes suscetíveis da planta e o inóculo do patógeno, antes de ocorrer a deposição;

*Imunização* – desenvolvimento de plantas resistentes ou imunes ou, ainda, desenvolvimento, por meios naturais ou artificiais, de uma população de plantas imunes ou altamente resistentes, em uma área infestada com o patógeno;

*Terapia* – restabelecimento da sanidade de uma planta com a qual o patógeno já estabeleceu íntima relação parasítica;

*Regulação* – modificações do ambiente, tornando-o desfavorável ao patógeno ou ao desenvolvimento da doença.

Portanto, considerando uma abordagem epidemiológica e as particularidades associadas às doenças radiculares, principalmente quanto à importância do inóculo inicial como um dos fatores mais importantes na incidência e na severidade das doenças, podem-se destacar como principais estratégias de manejo das doenças em mudas: a escolha de variedades resistentes, a evasão ou exclusão do inóculo no viveiro e a redução da taxa de infecção primária e secundária. A manutenção das condições físicas, químicas ou biológicas do solo, desfavoráveis para os estádios do ciclo de vida do patógeno, também são fundamentais, aliando a limpeza dos viveiros e tendo um local adequado para o descarte de mudas, de substratos ou de restos de cultura. Para fins de certificações da qualidade e fitossanidade, além da indexação do material propagativo, deve-se manter uma rotina do registro e do histórico das operações na produção de mudas, bem como a segurança e o controle no acesso às estufas ou aos viveiros, que são uma das principais vias de introdução de patógenos.

É importante que os conhecimentos obtidos na pesquisa sejam colocados em prática e que o comprometimento político, com poderes de decisão, inclusive na legislação de sementes e mudas, passe a respeitar a comunidade científica.



**FIGURA 1** -Plantação de bananeiras com alta incidência de murcha causada por *Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense* raça 1, implantada com mudas já infectadas provenientes de área com histórico da doença.



**FIGURA 2** -Mudas de abacaxizeiro infectadas por *Fusarium guttiforme* através do fruto da planta- mãe (A) e plantadas no campo, mostrando os sintomas característicos da doença (B).



**FIGURA 3** -Mudas de bananeira infectadas pelo vírus *Cucumber mosaic virus* – CMV (A). Mudas obtidas por cultura de tecidos *in vitro* e aclimatadas em telado, onde deverá ser feita a indexação para viroses (B).



**FIGURA 4** -Mudas de morangueiro importadas de outros países e infectadas pela bactéria *Xanthomonas fragariae* (A) e com fitoplasma dos grupos 16 SrI e 16SrIII) (B).



**FIGURA 5** - Muda de goiabeira cv Paluma com sintomas primários da infecção de *Meloidogyne enterolobii*, observando-se a presença de galhas nas raízes.

Fonte: Inorbert Melo Lima, Incaper. 2016.



**FIGURA 6** - Canteiro com mudas de abacaxizeiro prontas para o transplântio para o campo definitivo após aclimação em viveiro. Observa-se a construção dos canteiros, mais elevados, facilitando a drenagem e evitando a infecção por *Phytophthora*.



**FIGURA 7** - Mudanças de mamoeiro apresentando sintomas de tombamento (A) e necrose dos tecidos radiculares (B).

## REFERÊNCIAS

- ABREU, P.M. do V.; PICCIN, J.G.; RODRIGUES, S.P.; BUSS, D.S.; VENTURA, J.A.; FERNANDES, P.M.B. Molecular diagnosis of Papaya meleira virus (PMeV) from leaf samples of *Carica papaya* L. using conventional and real-time RT-PCR. **Journal of Virological Methods**, New York, v.180, n.1-2, p.11-17, 2012.
- AGUILAR-VILDOSO & POMPEU JUNIOR, 1997 consta na p. 13 linha 18**
- BASSANEZI et al., 2002 consta na p. 13 linhas 6 e 19**
- BERETTA et al., 1986a consta p. 13 linha 6**
- BERETTA et al., 1986b consta na p. 13 linha 18**
- BERETTA et al., 1986b, 1994 consta na p. 13 linha 13**
- CAETANO L.C.S., VENTURA J.A. **Viveiro de mudas micropropagadas de abacaxizeiro**. Vitória: Incaper. 2009. 6p. (Documentos,177).
- ELDER, R.J.; MACEDO, W.N.B.; REID, D.J.; GILLESPIE, R.L. Growth and yield of 3 hybrid papaya (*Carica papaya* L.) under mulched and bare ground conditions. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, East Melbourne, v.40, p.747-754, 2000.
- FEICHTENBERGER et al., 1994 consta na p. 13 linha 15**
- FRALEY, R. **Technology innovations for tomorrow's crops**. Monsanto, 2014. Disponível em: <<http://www.agro-nomics.org/speakers/future-of-ag-fraley.pdf>>. Acesso em: 20 abr. 2014.
- GHINI, R.; BETTIOL, W. Controle físico de doenças radiculares. In: MICHEREFF, S.J.; ANDRADE, D.E.G.T.; MENEZES, M. (Ed.). **Ecologia e manejo de patógenos radiculares em solos tropicais**. Recife: UFRPE, Imprensa Universitária, 2005, p.324-344.
- GIMENES-FERNANDES & BASSANEZI, 2001 consta na p.13 linha 13**
- GRANT et al., 1961 consta na p. 13 linhas 13 e 17**
- JONES, J.T. ; HAEGEMAN, A. ; DANCHIN, E.G.J. ; GAUR, H.S. ; HELDER, J. ; JONES, M.G.K. ; KIKUCHI, T. ; MANZANILLA-LÓPEZ, R. ; PALOMARES-RIUS, J.E. ; WESEMAEL, W.M.L. ; PERRY, R. Top 10 plant-parasitic nematodes in molecular plant pathology. **Molecular Plant Pathology**, Malden, v.14, n.9, p.946-961, 2013.
- MICHEREFF, S.J.; ANDRADE, D.E.G.T.; MENEZES, M. **Ecologia e manejo de patógenos radiculares em solos tropicais**. Recife: UFRPE, Imprensa Universitária, 2005a. 398 p.
- MICHEREFF, S.J.; PERUCH, L.A.M.; ANDRADE, D.E.G.T. Manejo Integrado de Doenças Radiculares. In: In: MICHEREFF, S.J.; ANDRADE, D.E.G.T.; MENEZES, M. (Ed.). **Ecologia e manejo de patógenos radiculares em solos tropicais**. Recife: UFRPE, Imprensa Universitária, 2005b. p.368-388.
- NICOL, J.M.; TURNER, S.J.; COYNE, D.L.; DEN, N.I.J.S.L.; HOCKLAND, S.; MAAFI, Z.T. Current nematode threats to world agriculture. In: JONES, J.T.; GHEYSEN, G.; FENOLL, C. (Ed.). **Genomics and molecular genetics of plant-nematode interactions**. Dordrecht: Springer, 2011. p.21-44.
- OLSON et al., 1962 consta na p. 13 linha 17**
- PEREIRA, F.O.M.; SOUZA, R.M.; SOUZA, P.M.; DOLINSKI, C.; SANTOS, G.K. Estimativa do impacto econômico e social direto de *Meloidogyne mayaguensis* na cultura da goiaba no Brasil. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba, v.33, n.2, p.176-181, 2009.
- REISCH, B.I. OWENS, C.L.; COUSINS, P.S. Grape. In: BADENES, M.L.; BYRNE, D.H. (Ed.). **Fruit breeding**. New York: Springer, 2012. p.225-262. (Handbook of Plant Breeding, 8).
- SANTOS, C.; VENTURA, J.A.; LIMA, N. New insights for diagnosis of pineapple fusariosis by MALDI-TOF MS technique. **Current Microbiology**, New York, v.72, p.206-213, 2016.
- SILVA NETO, S.P.; ANDRADE, S.R.M. Cultura de tecidos vegetais: princípios e aplicações. In: FALEIRO, F.G.; ANDRADE, S.R.M.; REIS JUNIOR, F.B. **Biotecnologia: estado da arte e aplicações na agropecuária**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2011. p.411-434.

---

VENTURA, J.A.; HINZ, R.H. Controle das doenças da bananeira. In: ZAMBOLIM, L.; VALE, F.X.R.; MONTEIRO, A.J.A.; COSTA, H. **Controle de doenças de plantas fruteiras**. Viçosa: UFV, 2002. v.2, p.839-937.

ZAMBOLIM, L.; VALE, F.X.R.; COSTA, H. **Controle integrado das doenças de hortaliças**. Viçosa: Suprema Gráfica, 2000. 122p.

ZAMBOLIM, L.; VENTURA, J.A. Mecanismos gerais de atuação dos nutrientes sobre a severidade de doenças de plantas. In: ZAMBOLIM, L.; VENTURA, J.A.; ZANÃO JUNIOR, L.A. (Ed.). **Efeito da nutrição mineral no controle de doenças de plantas**. Viçosa: UFV-Suprema Gráfica. 2012. cap. 2, p.23-45.