

Ano 6, Vol X, Número 1, Jun-Jul, 2013, Pág. 143-157.

MANEJO DE DOENÇAS DE PLANTAS: UM ENFOQUE AGROECOLÓGICO

Erlen Keila Candido e Silva¹ & Luiz Gustavo de Lima Melo²

¹ Universidade Estadual do Maranhão; ² Universidade Federal Rural de Pernambuco

RESUMO

A sustentabilidade agrícola compreende mudanças no estilo convencional de agricultura, evitando a degradação ambiental, através do manejo adequado dos recursos naturais. Revogar a contrariedade à diversidade de variedades agrícolas o que resulta na ocorrência de doenças, assim como reduzir a dependência de produtos químicos e adotar práticas agroecológicas que restaurem a biodiversidade no tempo e no espaço podem auxiliar a obtenção de sistemas agrícolas mais sustentáveis. Neste trabalho são discutidos aspectos relacionados a estratégias de manejo sustentáveis de doenças de plantas, exploração da plasticidade do agroecossistema e sistemas alternativos de controle fitopatológicos. Palavras-chave: sustentabilidade, doenças de plantas, controle alternativo.

PLANT DISEASES MANAGEMENT: AN AGROECOLOGICAL APPROACH

ABSTRACT

The agricultural sustainability comprises changes in the conventional style of agriculture, avoiding environmental degradation, through the proper management of natural resources. Revoking the annoyance to the diversity of crop varieties which results in the occurrence of diseases and reduce dependence on chemicals and adopting agroecological practices that restore biodiversity in time and space can help to achieve more sustainable agricultural systems. In this paper we discuss aspects related to strategies for sustainable management of plant diseases, exploring the plasticity of the agroecosystem and alternative control phytopathological.

Keywords: sustainability, plant diseases, alternative control.

INTRODUÇÃO

O modelo de produção Convencional conhecido atualmente surgiu com o movimento chamado revolução verde, que tinha como prioridade o aumento da quantidade de alimento a qualquer custo a fim de atender a demanda causada pelo rápido crescimento da população mundial (BRECHLT, 2004). Seus defensores sustentam que os países em desenvolvimento deveriam adotar um modelo baseado em variedades melhoradas e no uso de pesticidas e fertilizantes, proporcionando assim uma produção que suprisse a necessidade crescente de alimentos e trouxesse lucros. No entanto, essa tentativa foi falha, pois a sociedade ainda enfrenta problemas com a falta de alimentos. Segundo Caporal (2009) o modelo “científico” da Revolução Verde causa

ao longo do tempo, a destruição da biodiversidade estreitando a base genética, além de enfatizar os monocultivos e a produção de *commodities*, onde na verdade se deveria primar pela diversificação dos cultivos e da produção de alimentos básicos.

Observa-se que o cenário agrícola atual, vem causando impactos no ambiente e contaminações à cadeia alimentar. O uso indiscriminado de pesticidas vem trazendo uma preocupação constante à sociedade que busca melhor qualidade de vida no panorama atual e futuro. A agricultura sustentável desponta como alternativa ao modelo que adota o uso intensivo de capital e insumos, propondo que países em desenvolvimento adotem um modelo baseado nos princípios agroecológicos, enfatizando a biodiversidade, a ciclagem de nutrientes e sinergia entre cultivos, animais, solos e outros componentes biológicos, bem como na regeneração e conservação dos recursos naturais (ALTIERI, 1996).

Na agricultura sustentável é dada ênfase ao manejo das relações biológicas, com objetivo de aumentar e sustentar as interações bióticas nas quais a produção agrícola se baseia, ao invés de reduzir e simplificar essas interações.

Um dos principais entraves da agricultura sustentável encontra-se no controle de doenças, pragas e plantas invasoras, visto que técnicas utilizadas para diminuir os danos ocasionados por estes, contaminam o ambiente ou provocam alterações que comprometem sua sustentabilidade. É notória a busca constante por sistemas alternativos de controle de doenças que alie praticidade e satisfaça necessidade específica de comunidades agrícolas em diferentes regiões ecológicas do mundo. Para se conseguir um modelo mais sustentável a principal estratégia utilizada pelos produtores é a de restaurar a biodiversidade no tempo e no espaço, seguindo as principais recomendações da agroecologia (ALTIERE; NICHOLLS, 2003). Dentre estas recomendações estão alternativas como um manejo cuidadoso dos agroecossistemas sem provocar danos desnecessários ou irreparáveis, buscando devolver ao agroecossistema sua elasticidade e força, ao mesmo tempo em que se esforça para combater as pragas, doenças ou deficiências do solo. Na agroecologia, incremento e manutenção da biodiversidade é a técnica principal para restaurar a autorregulação e a sustentabilidade (ALTIERI, 2002).

O surgimento das doenças de plantas é favorecido por práticas adotadas na intensificação dos cultivos, exercendo influência sobre a interação patógeno-hospedeiro

e práticas da agricultura convencional, tais como a expansão dos campos, aumento da densidade de plantas hospedeiras, diminuição da diversidade de espécies e varietal das populações hospedeiras, aumento do monocultivo e utilização de fertilização, irrigação e outras modificações ambientais do cultivo favorecendo o aparecimento de epidemias. Portanto existe uma relação direta entre a intensidade de um cultivo e o risco de uma doença (ALTIERE, 1999).

As doenças de plantas possuem uma natureza complexa, sendo definido como uma série de respostas visíveis e invisíveis das células e tecidos de plantas a um organismo patogênico ou fator ambiental que resulta em alterações na forma, fisiologia ou integridade da planta, podendo resultar em dano parcial ou morte da planta ou de suas partes (AGRIOS, 2005). Dentre as alterações causadas por fatores desfavoráveis do ambiente, estão excesso e deficiência de umidade, alta e baixas temperaturas, desequilíbrios nutricionais desencadeados por solos de baixa fertilidade, sendo chamadas de doenças abióticas, já as doenças bióticas podem ser causadas por fungos, bactérias, vírus, fitoplasmas e nematóides, etc. (RESENDE et al., 2011).

As perdas ocasionadas por doenças de plantas são estimadas em 30% da produção agrícola mundial, fazendo o manejo destas indispensáveis na agricultura (KIMATI et al., 2011). Há relatos de epidemias que causaram completa destruição de campos de produção, ocasionando prejuízos econômicos e a morte de pessoas, como o ocorrido na Europa no séc. XVIII, com a requeima da batata (*Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary) (AGRIOS, 2005).

A proteção de plantas através do uso de pesticidas torna-se bastante atraente, devido características como simplicidade, previsibilidade e necessidade de pouco entendimento dos processos básicos do agroecossistema para a sua aplicação (BETTIOL; GHINI, 2001). No entanto têm causado diversos problemas ambientais tais como contaminação do solo, água, animais e alimentos, intoxicação de agricultores, resistência de patógenos, desequilíbrio biológico, eliminação de organismos benéficos e consequente redução da biodiversidade (BETTIOL; GHINI, 2001).

Vale et al. (2004) relata que o uso de defensivos agrícolas, podem atingir organismos não-alvo, além de favorecer o surgimento de fitopatógenos resistentes aos princípios-ativos dos agrotóxicos, devido à pressão de seleção. Portanto torna-se necessário a adoção de medidas de manejo menos agressiva ao ambiente, sendo o

manejo integrado de doenças (MID) o ideal. O MID é fundamentado em uma série de conceitos e instrumentos que visa à otimização econômica do controle de doenças através do uso compatível de táticas que mantenham a redução da produção abaixo do limiar de dano econômico, sem prejudicar o homem, os animais, as plantas e o ambiente (BERGAMIN FILHO, 2008).

O manejo ecológico de doenças de plantas foi conceituado por Mizubuti e Maffia (2001) como “conjunto de estratégias e de práticas empregadas com base nos princípios de controle de doenças de plantas, com objetivo de reduzir perdas em níveis toleráveis, sem interferir acentuadamente no ambiente”.

No manejo das doenças o que se busca é o estabelecimento do equilíbrio biológico, empregando-se técnicas como a escolha de espécies e variedades resistentes; o manejo correto do solo; a adubação orgânica, com fornecimento equilibrado de nutrientes para as plantas; o manejo correto das ervas nativas; a irrigação bem feita e o uso de rotação e consorciação de culturas.

Epidemiologia e manejo das doenças

As condições necessárias para o estabelecimento de uma doença é presença de hospedeiro suscetível, de patógeno virulento e ambiente favorável para a infecção, colonização e reprodução do fitopatógeno. A junção desses três fatores forma o triângulo da doença, onde sua incidência e interação produzem a doença (AGRIOS, 2005; BEDENDO; AMORIM, 2011).

O fator mais relevante desta interação é o ambiente, visto que mesmo na presença de um patógeno virulento e um hospedeiro suscetível é capaz de evitar o surgimento de epidemias (CAMPBELL; MADENN, 1990). Dentre os fatores ambientais favoráveis as doenças estão temperatura, luz e umidade, além de irrigação, que altera o microclima e adubação química (especialmente N), que promove o rápido crescimento da vegetação, aumentando a suculência de plantas hospedeiras (ALTIERE, 1999). O conhecimento do triângulo da doença tem permitido a adoção de certos princípios agroecológicos para reduzir as perdas causadas por uma epidemia.

O objetivo de controlar a doença é evitar que a doença atinja o limiar de dano econômico. Para diminuir ao mínimo as perdas causadas, lança-se mão de três estratégias epidemiológicas: eliminar o inóculo inicial ou retardar o seu aparecimento no início da temporada; diminuir a taxa de desenvolvimento da doença durante o

período de crescimento; encurtar o tempo de exposição de um cultivo ao agente patogênico, utilizando variedades de curta duração, ou fertilização e práticas de irrigação que impeçam o lento crescimento do cultivo (ALTIERE, 1999).

Controle cultural de doenças

Os danos causados por uma doença pode ser diminuído pela adoção de estratégias gerais de controle que visem evitar a entrada ou erradicar os patógenos, proteger o hospedeiro, desenvolver a resistência nos hospedeiros aos patógenos e fazer tratamento prévio das plantas infestadas. No manejo ecológico de doenças de plantas os métodos de controle biológico e cultural utilizados durante o plantio e na condução do cultivo são essenciais para minimizar os efeitos da doença.

Os controles aplicados antes do plantio são: rotação de culturas, aquecimento do solo pela exposição ao sol ou em chamas, inundações temporárias, preparo do solo com grande quantia de matéria orgânica.

Rotação de culturas

A rotação de culturas consiste no plantio alternado de espécies distintas, na mesma área de cultivo e na mesma época do ano, ao longo dos anos. O controle através da rotação de culturas tem por princípio a eliminação do substrato que favorece o agente patogênico, quebrando o ciclo das culturas para conservação do solo, sendo aplicado para patógenos que sobrevivem no hospedeiro vivo ou nos resíduos culturais, como saprófitas (SALES et al., 2012; BEDENDO et al., 2011). O sucesso da rotação de culturas para o manejo de doenças depende da característica do patógeno, como por exemplo, aqueles que forma estruturas de resistência, como escleródios e clamidósporos, tem controle mais difícil devido estas estruturas manterem-se viáveis mesmo na ausência de substratos, garantindo sua sobrevivência no solo por longos períodos, enquanto que aqueles com baixa capacidade saprofítica no solo e sobrevivem exclusivamente em restos de culturas do seu hospedeiro são facilmente controlados.

Sales et al. (2012), relata que a escolha das diferentes espécies a serem plantadas é fator decisivo no sucesso do plantio e da conservação da área onde esteja instalada. A rotação é um recurso viável e desejável como forma de controle de doenças, pois é de fácil implantação, fornece bons resultados e reduz os gastos com fungicidas e os efeitos destes sobre o ambiente.

Incorporação de matéria orgânica ao solo

Para o bom desenvolvimento de qualquer espécie vegetal, é necessário fazer o preparo do solo. Dentre os métodos de preparo do solo está à incorporação de matéria orgânica, que interfere nas condições físico-químicas do solo, facilitando o crescimento dos sistemas radiculares das plantas, fornecendo condições adequadas de aeração e umidade, estimulando o aumento da microflora existente no solo, e consequentemente amenizando a incidência de doenças (SALES et al., 2012).

A matéria orgânica pode ser incorporada ao solo de várias maneiras, dentre as quais por meio de adubo verde. Stone et al. (2004) relata que a adubação verde, além do aumento da quantidade de matéria orgânica, melhora a fertilidade do solo e induz a planta produzir substâncias com ação antagônica aos fitopatógenos do solo. O controle de fitopatógenos através da adubação verde ocorre devido à liberação de substâncias tóxicas durante a decomposição da massa verde, que inibem o crescimento ou matam o patógeno, pela escassez de alimento para o patógeno e pelo aumento de populações antagônicas que encontram no material decomposto um ambiente propício ao seu crescimento e reprodução (ROSSI, 2002).

Termorshuizen et al. (2007) estudando o efeito da adição de resíduos para a supressão de doenças em substratos, constataram que em 54 % dos casos a adição de resíduos promoveu a supressão de doenças, em 42,7% não houve supressão e em 3,3 % promoveu uma melhoria na incidência. O efeito de fontes de matéria orgânica na severidade de doenças de plantas é dependente do tipo de material utilizado, da relação C:N e do tempo decorrido da incorporação (BETTIOL; GHINI, 2001).

Cultivos consorciados

O cultivo consorciado pode reduzir a ocorrência de doenças através de mecanismos como: alterações nas características da planta hospedeira, reduzindo as chances de infecção, devido alterações no crescimento da planta e no microclima; efeitos diretos nos patógenos devido às condições impostas pela menor concentração de hospedeiros, com menores chances de encontrar plantas suscetíveis e a redução da sobrevivência e fecundidade; efeitos indiretos nos patógenos devido à maior quantidade de inimigos naturais ou antagonistas que possuem chances de sobreviver nos microhabitats disponíveis (TRENBATH, 1993).

Plantio de variedades e espécies resistentes

O uso de cultivares resistente é fundamental para os sistemas agrícolas alternativos, constituindo-se o método de controle ideal, pois se trata de um método barato e de fácil utilização, podendo ser utilizado em grandes áreas sem impactos ao ambiente (INNES, 1995).

Extratos aquosos

Produtos naturais extraídos a partir de plantas com propriedades fungitóxicas têm se mostrado eficiente no controle de patógenos, sem causar prejuízos ao homem ou ao ambiente (COUTINHO et al., 1999). A utilização de extratos vegetais de plantas para o manejo de doenças está baseada na premissa de que diversas substâncias biologicamente ativas estão presentes nas plantas, sendo capazes de atuar através de atividade microbiana direta contra os fitopatógenos ou elicitando respostas de defesa em plantas, induzindo resistência, por conter moléculas bioativas capazes de induzir ou ativar os mecanismos de defesa da planta e como bioestimulantes do crescimento de plantas (STADNIK; TALAMINI, 2004; NURNBERGER; BRUNNER, 2002).

Diversas pesquisas que mostram a eficiência no controle de fitopatógenos através de utilização de extratos brutos obtidos de uma grande variedade de espécies botânicas vêm sendo realizadas, destacando-se alguns com comprovadas propriedades antimicrobianas que afetam o desenvolvimento fúngico tanto *in vitro* quanto *in vivo* (MONTES-BELMONT et al., 2000). Celoto et al. (2008) avaliando extratos de 24 plantas medicinais, constatou a eficiência do extrato aquoso de melão-de-são-caetano (*Momordica charantia* L.) no controle de *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Penz. & Sacc. em mamoeiro (*Carica papaya* L). Enquanto, Rozwalka et al. (2008) verificou que gengibre (*Zingiber officinalis*) apresentou potencial de inibição sobre *Glomerella cingulata* e *C. gloeosporioides* em goiaba.

Controle biológico de fitopatógenos

O controle biológico de doenças de plantas é definido por Cook e Baker (1983) como a “redução de inóculo ou das atividades determinantes da doença, realizada por um ou mais organismos que não o homem”. O controle biológico age reduzindo a intensidade de inóculo ou a capacidade de um patógeno incitar doença, através de interações antagônicas como antibiose, competição e parasitismo. Além dessas

interações antagônicas são objeto de estudos do controle biológico microrganismos capazes de ativar mecanismos de defesa natural das plantas e em caso de vírus aqueles que promovem a preimunização (BEDENDO et al, 2011).

Dentre os microrganismos envolvidos no biocontrole de doenças de plantas estão incluídas bactérias como *Bacillus subtilis* Ehrenberg, *Pseudomonas putida* Trevisan, *P. fluorescens* (Flugge) Migula, *Streptomyces* spp., *Agrobacterium radiobacter* Smith & Townsend, e fungos como *Trichoderma* spp., *Gliocladium roseum* Bainier, *Talaromyces flavus* (Klocker) Stolk & Samson, *Pythium oligandrum* Drechsler, *Penicillium* spp., *Ampelomyces quisqualis* Ces (MELO, 1998).

Dentre os agentes de biocontrole o mais estudado e utilizado no Brasil e em outros países da América latina é o *Trichoderma* (BETTIOL et al., 2005). De acordo com Howell (2003), espécies do gênero *Trichoderma*, como *T. harzianum* e *T. virens* são capazes de produzir antibióticos, competir por nichos ecológicos, utilizarem outros microrganismos como alimento e até mesmo promoverem a indução de resistência na planta a diversos patógenos.

Os microrganismos que promovem o controle de doenças por meio de antibiose são capazes de secretar metabólitos capazes de inibir ou impedir o desenvolvimento de indivíduos de uma população de outra espécie. As espécies conhecidas como produtoras de antibióticos são *Bacillus*, *Pseudomonas fluorescens*, *Streptomyces*, *Trichoderma*, e *Gliocladium*, entre outros (MELO, 1998). Espécies do gênero *Trichoderma* são capazes de secretar mais de 100 diferentes antibióticos, com capacidade de inibição sobre diferentes espécies de fungos fitopatogênicos (BEDENDO et al., 2011). Dois desses antibióticos efetivos contra patógenos de solos são gliotoxina e gliovirina, capazes de inibir o crescimento de *Rhizoctonia* e *Sclerotium* e de *Pythium* e *Phytophthora*, respectivamente. Ongena et al. (2005) verificaram a produção de uma grande variedade de metabólitos antifúngicos produzidos por isolados de *B. subtilis*, entre os quais lipopeptídeos das famílias da surfactina, iturina e fengicina.

Na competição espera-se que o agente controlador seja capaz de crescer de maneira mais eficiente que os patógenos no local de infecção para que o controle seja adequado, portanto todos os agentes de biocontrole capazes de produzir antibióticos são também bons competidores. Refere-se a luta entre duas populações de nichos semelhantes para obter um recurso indispensável, como nutriente, água, luz, espaço,

oxigênio, que no habitat se encontra em quantidade insuficiente para suprir a demanda biológica (BETTIOL; GHINI, 2005). Melo (1996) relata que a suplementação do solo com matéria orgânica ou com diferentes densidades de inóculo do patógeno e do agente de controle biológico têm sido usadas para investigar a competição e o biocontrole.

As bactérias do gênero *Pseudomonas fluorescens* são as principais antagonistas que apresentam a competição pelo Fe^{+3} , realizada pelos sideróforos, como mecanismo de biocontrole de diversas doenças radiculares (BUYSENS et al., 1996).

Dentre as antagonistas atualmente mais estudadas, encontra-se a *B. subtilis*, destacando-se no controle de doenças do filoplano e em pós-colheita e, *Trichoderma* spp., eficiente quando aplicados em pulverizações até mesmo contra fitopatógenos de parte aérea (KUPPER et al., 2003).

Parasitismo ou hiperparasitismo é a relação nutricional entre dois organismos em que um deles, o parasita, obtém seu alimento à custa do outro, o hospedeiro. O uso destes como biocontroladores só pode ser empregado se o hiperparasita for capaz de atingir o inóculo antes que o dano seja causado à planta.

O parasitismo pode reduzir a infecção e o inóculo do patógeno agindo sobre estruturas vegetativas, reprodutivas e de sobrevivência. A penetração do micoparasita pode ocorrer por pressão mecânica e/ou por produção de enzimas líticas degradadoras de parede celular, tais como quitinase, β -1,3-D-glucanases e proteases (ELAD et al., 1982; SIVAN; CHET, 1982). Como exemplos de antagonistas que atuam por parasitismo contra diversos patógenos têm as espécies de *Trichoderma*, *Gliocladium*, *Coniothyrium*, *Pythium*, *Sporidesmium*, *Verticillium* e *Talaromyces*. *Trichoderma* pode detectar e localizar a hifa de fungos suscetíveis através de estímulos químicos, crescendo em sua direção e enrolando-se na mesma, penetrando-a posteriormente (MELO, 1998). Além dos fungos, bactérias do gênero *Pasteuria* são capazes de parasitar nematóides. Tian et al. (2007) relata que espécies desse gênero tem mostrado potencial para o controle de nematóides parasitas de plantas, de maneira bastante específica.

A indução de resistência do hospedeiro por microrganismos ou seus metabólitos refere-se a ativação dos mecanismos latentes de resistência de uma planta por meio de agentes externos bióticos ou abióticos. A ativação pode ter tempo variável e pode ocorrer de maneira localizada ou sistêmica. A maior porcentagem do controle biológico

natural na fitosfera é realizada através da indução de resistência do hospedeiro. Segundo Pascholati e Leite (1994) as condições ambientais pode alterar o nível de resistência das plantas.

A defesa da planta podem ser induzidas por diferentes tipos de microrganismo como vírus, bactérias, fungos e nematóides. O que ocorre durante a indução é a ativação de mecanismos latentes que passam a se expressar após a exposição da planta a eliciadores adequados (VAN LOON et al., 1998), fazendo com que ocorra lesão de tamanho menor e em menos quantidade, e em casos de patógenos fúngicos ocorre também redução na esporulação.

Esta ativação ocorre não apenas no sítio de indução, mas à distância, de forma mais ou menos generalizada, podendo atuar contra um ou vários patógenos, aos quais as plantas tornam-se resistentes. Na indução sistêmica, moléculas sintetizadas por *B. subtilis* podem atuar como eliciadoras, proporcionando a sistemicidade da resposta de defesa contra patógenos (RYU et al., 2004; ONGENA et al., 2007). Como exemplo, Ongena et al. (2007) estudaram a síntese de lipopeptídeos da família das surfactinas e fengicinas, pelo isolado 168 de *B. subtilis*, que atuava no processo de ativação da indução de resistência sistêmica em plantas de feijão e tomate.

Considerações Finais

Atribuir um conceito a agricultura sustentável é na verdade tentar entender interpretações diversas sobre uma idéia que perpassa vários significados, muitos deles divergentes. Contudo, o monitoramento de sistemas de produção nas diferentes áreas do conhecimento ajudará a entender as diferentes interações que levaram a atingir um modelo sustentável. O desenvolvimento da sustentabilidade agrícola requer ainda a análise complexa dos agroecossistemas; dinamismo das relações sociais, culturais e ecológicas das práticas de manejo empregadas no campo.

Referências

- AGRIOS, G. N. **Plant pathology**. Burlington, MA: Elsevier Academic. 2005. 922p.
- ALTIERE, M. A. **Agroecologia: Bases científicas para una agricultura sustentable**, 1999.

ALTIERI, M. A. **Agroecologia: bases científicas para uma agricultura sustentável**. Guaíba: Agropecuária, 2002.

ALTIERI, M. A. **Agroecology: the science of sustainable agriculture**. Boulder: Westview Press, 1996.

ALTIERI, M. A.; NICHOLS, C. I. Agroecologia: resgatando a agricultura orgânica a partir de um modelo industrial de produção e distribuição. **Revista Ciência & Ambiente**, Santa Maria, n° 27, p.141–153, 2003.

BEDENDO, I. P.; AMORIM, L. Ambiente e doença. In: AMORIM, L.; RESENDE, J. A. M; BERGAMIN FILHO, A (Ed.). **Manual de fitopatologia**, Piracicaba: Agronômica Ceres, v.1, 4. ed. p. 133-147, 2011.

BEDENDO, I. P.; MASSOLA, N. S.; AMORIM, L. Controles cultural, físico e biológico de doenças de plantas. In: AMORIM, L.; RESENDE, J. A. M; BERGAMIN FILHO, A (Ed.). **Manual de fitopatologia**, Piracicaba: Agronômica Ceres, v.1, 4.ed. p. 367-388, 2011.

BERGAMIN FILHO, A. Controle químico versus sustentabilidade na agricultura: o exemplo do huanglongbing dos citros. In: ZAMBOLIM, L.; PICANÇO, M. C.; SILVA, A. A.; FERREIRA, L. R.; FERREIRA, F. A.; JESUS JUNIOR, W. C. **Produtos fitossanitários (fungicidas, inseticidas, acaricidas e herbicidas)**. Viçosa, MG: UFV/DFP, p. 1-26, 2008.

BETTIOL, W.; GHINI, R. Proteção de plantas em sistemas agrícolas alternativos. IN: MICHEREFF, S. J.; BARROS, R. B. (Ed.) **Proteção de plantas na agricultura sustentável**. Recife : UFRPE, 2001, p. 1-13.

BETTIOL, W.; GHINI, R. Solos supressivos. In: MICHEREFF, S. J., ANDRADE, D.E.G.T.; Menezes, M. (Eds.). **Ecologia e manejo de patógenos radiculares em solos tropicais**. Recife: UFRPE, p. 125-152, 2005.

BRECHELT, A. **O manejo ecológico de pragas e doenças**. Santiago de Chile: Rede de ação em praguicidas e suas alternativas para a América Latina (RAP-AL), 2004. 33p.

BUYSENS, S.; HEUGENS, K.; POPPER, J.; HOFTE, M. Involvement of pyochelin and pyoverdin in suppression of *Pythium*-induced damping-off of tomato by *Pseudomonas aeruginosa* 7NSK2. **Applied and environmental microbiology**, Washington, v. 62, p. 865-871, 1996.

- CAMPBELL, C. L.; MADDEN, L. V. **Introduction to plant disease epidemiology.** Wiley, New York. 1990. 532p.
- CAPORAL, F. R. **Em defesa de um plano nacional de transição agroecológica:** compromisso com as atuais e nosso legado para as futuras gerações. Brasília: 2009. 35 p.
- CELOTO, M. I. B.; PAPA, M. F. S.; SACRAMENTO, L. V. S.; CELOTO, F. J. Atividade antifúngica de extratos de plantas a *Colletotrichum gloeosporioides*. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 30, n. 1, p. 1-5, 2008.
- COOK, R. J.; BAKER, K. F. **The nature and practice of biological control of plant pathogens.** St. Paul: APS, 1983.
- COUTINHO, W. M; ARAÚJO, E.; MAGALHÃES, F. H. L. Efeitos de extratos de plantas anarcadiáceas e dos fungicidas químicos benomyl e captan sobre a micoflora e qualidade fisiológica de sementes de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 23, n. 3, p. 560-568, 1999.
- ELAD, Y.; CHET, I.; HENIS, Y. Degradation of plant pathogenic fungi by *Trichoderma harzianum*. **Canadian Journal of Microbiology**, Ottawa, n. 28, p. 719-725, 1982.
- HOWELL, C. R. Mechanisms employed by *Trichoderma* species in the biological control of plant diseases: The history and evolution of current concepts. **Plant Disease**, Saint Paul, n. 87, p. 4-10, 2003.
- INNES, N. L. A plant breeding contribution to sustainable agriculture. **Annals of Applied Biology**, Warwic, v. 126, p. 1-18, 1995.
- KIMATI, H.; BERGAMIN FILHO, A.; AMORIM, L. Princípios gerais de controle. In: AMORIM, L.; RESENDE, J. A. M; BERGAMIN FILHO, A (Ed.). **Manual de fitopatologia**, Piracicaba: Agronômica Ceres, v.1, 4. ed. p. 307-1323, 2011.
- KUPPER, K. C.; FERNANDES, N. G.; GOES, A. Controle biológico de *Colletotrichum acutatum*, agente causal da queda prematura dos frutos cítricos. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.28, n.3, p. 251-257, 2003.
- MELO, I. S. Agentes microbianos de controle de fungos fitopatogênicos. In: MELO, I. S.; AZEVEDO, J. L. (Eds.) **Controle biológico**. Jaguariúna. Embrapa Meio Ambiente. v.1, p.17-67,1998.

- MELO, I. S. *Trichoderma* e *Gliocladium* como bioprotetores de plantas. **Revisão anual de patologia de plantas**, Passo fundo, n. 4, p. 261-295, 1996.
- MIZUBUTI, E. S. G.; MAFFIA, L. A. Aplicações de princípios de controle no manejo ecológico de doenças de plantas. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 22, p. 9-18, 2001.
- MONTES-BELMONT, R., CRUZ-CRUZ, V., MARTÍNEZ-MARTÍNEZ, G. SANDOVAL-GARCÍA, G. GARCÍA-LICONA, R., ZILCH_DOMÍNGUEZ, S., BRAVO-LUNA, L., BERMÚDEZ-TORRES, K., FLORES-MOCTEZUMA, H. E.; CARVAJAL-MORENO, M. Propriedades antifúngicas em plantas superiores – análise retrospectivo de investigaciones. **Revista Mexicana de Fitopatologia**, Sonora, v. 18, n. 2, p. 125-131, 2000.
- NURNBERGER, T.; BRUNNER, F. Innate immunity in plants and animals: emerging parallels between the recognition of general eliciadores and pathogen-associated molecules. **Current Opinion in Plant biology**, Oxford, v. 5, n. 4, p. 318-34, 2002.
- ONGENA, M.; DUBY, F.; JOURDAN, E.; BEAUDRY, T.; JADIN, V.; DOMMES, J.; THONART, P. *Bacillus subtilis* M4 decreases plant susceptibility towards fungal pathogens by increasing host resistance associated with differential gene expression. **Applied Microbiology and Biotechnology**, Berlin, v.67, 692-698, 2005.
- ONGENA, M.; JOURDAN, E.; ADAM, A.; PAQUOT, M.; BRANS, A.; JORIS, B.; ARPIGNY, J.-L.; THONART, P. Surfactin and fengycin lipopeptides of *Bacillus subtilis* as elicitors of induced systemic resistance in plants. **Environmental Microbiology**, Oxford, v.9, p.1084-1090, 2007.
- PASCHOLATI, S. F.; LEITE, B. Mecanismos bioquímicos de resistência as doenças. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**, Passo fundo, v.2, p. 1-51, 1994.
- RESENDE, J. A. M.; MASSOLA JR, N. S.; BEDENDO, I. P.; KRUGNER, T. L. conceito de doença, sintomatologia, e diagnose. In: AMORIM, L.; RESENDE, J. A. M; BERGAMIN FILHO, A (Ed.). **Manual de fitopatologia**, Piracicaba: Agronômica Ceres, v.1, 4. ed. p. 37-58, 2011.
- ROSSI, C. E. Adubação verde no controle de nematóides. **Agroecologia hoje**, Botucatu, v.2, n.14, p. 26-27, 2002.
- ROZWALKA, L. C.; LIMA, M. L. R. Z. C.; MIO, L. L. M.; NAKASHIMA, T. Extratos, decoctos e óleos essenciais de plantas medicinais e aromáticas na inibição de

Glomerella cingulata e *Colletotrichum gloeosporioides* de frutos de goiaba. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 2, p. 301-307, 2008.

RYU, C. M.; FARAG, M. A.; HU, C. H.; REDDY, M. S.; KLOEPPER, J. W.; PARE, P. W. Bacterial volatiles induce systemic resistance in *Arabidopsis*. **Plant Physiology**, Washington, v.134, p.1017–1026, 2004.

SALES, W. S.; TORRES FILHO, J.; LOBO, J. T. Tratar a planta e não a doença: Princípio agroecológico de manejo fitopatológico. IN: III Congresso Cearense de Agroecologia. Sobral, 2012. Disponível em: <<http://www.uvanet.br/cca/trabalhos/74d1c308af0aad05307493e7a59ca8f7.pdf>>

SIVAN, A.; CHET, I. Biological control of *Pythium* by *Trichoderma*. **Phytoparasitica**, Bet Dagan, v. 10, p. 118, 1982.

STADNIK, M. J.; TALAMINI, V. Extratos vegetais e de algas no controle de doenças de plantas. In: STADNIK, M. J.; TALAMINI, V (Eds). **Manejo ecológico de doenças de plantas**. Florianópolis: CCA/UFSC, 2004. p. 45-62.

STONE, A. G.; SCHEUERELL, S. J.; DARBY, H. M. Suppression of soilborne diseases in field agricultural systems: organic matter management, cover cropping, and other cultural practices. In: Magdoff, F.; Weil, R. R. (Ed.). **Soil organic matter in sustainable agriculture**. Boca Raton: CRC Press, 2004. p. 132-164.

TERMORSHUIZEN, A. J.; VAN RIJN, E.; VAN DER GAAG, D. J.; ALABOUVETTE, C.; CHEN, Y.; LAGERLOF, J.; MALANDRAKIS, A. A.; PAPLOMATAS, E. J.; RAMERT, B.; RYCKEBOER, J.; STEINBERG, C.; ZMORANAHUM, S. Suppressiveness of 18 composts against 7 pathosystems: variability in pathogen response. **Soil biology and biochemistry**, Elmsford, v. 38, n. 8, p. 2461-2477, 2007.

TIAN, B.; YANG, J.; ZANG, K-Q. Bacteria used in the biological control of plant-parasitic nematodes: populations, mechanisms of action, and future prospects. **FEMS Microbiology Ecology**, Amsterdam, v. 61, p. 197-213, 2007.

TRENBATH, B. R. Intercropping for the management of pests and diseases. **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 34, p. 381-405, 1993.

VALE, F. R. B; JESUS JUNIOR, W. C.; ZAMBOLIM, L. **Epidemiologia aplicada ao manejo de doenças de plantas**. Belo Horizonte: Perfil, v.1, 2004. 532p.



VAN LOON, L.; BAKKER, P.; PIETERSE, C. Systemic resistance induced by rhizosphere bacteria. **Annual Review Phytopathology**, Palo Alto, v. 36, p. 453-483, 1998.

Recebido em 2/3/2013. Aceito em 24/6/2013.

Contatos:

Erlen Keila Candido e Silva¹ & Luiz Gustavo de Lima Melo²

¹ Universidade Estadual do Maranhão; ² Universidade Federal Rural de Pernambuco