

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE AGRONOMIA
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO *LATO SENSU*

PANORAMA E PERSPECTIVAS DE USO DE *Trichoderma* spp. NO
MANEJO DE PATÓGENOS RADICULARES COM ÊNFASE NA CULTURA
DA SOJA

Vanessa Tedesco
Engenheira Agrônoma (UNICRUZ)

Monografia apresentada como um dos requisitos parciais
à obtenção ao Título de Especialista , Curso de Pós-graduação *Lato Sensu*
“Tecnologias Inovadoras no Manejo Integrado de Pragas e Doenças de
Plantas”

Porto Alegre (RS), Brasil
Novembro de 2009.

PANORAMA E PERSPECTIVAS DE USO DE *Trichoderma* spp. NO
MANEJO DE PATOGENOS RADICULARES COM ÊNFASE NA CULTURA
DA SOJA

Autor: Vanessa Tedesco

Orientador: Emerson Medeiros Del Ponte

RESUMO

O Brasil é considerado o segundo maior produtor mundial de soja e o primeiro entre os países emergentes. O manejo da cultura da soja é imprescindível para manter a qualidade da lavoura e alcançar altos rendimentos. Entre os principais fatores que limitam a obtenção de altos rendimentos em soja estão as doenças ocasionadas por fitopatógenos. Considerando a utilização de fungicidas no tratamento de sementes, a fim de evitar possíveis ataques de fungos habitantes do solo, o objetivo deste trabalho foi apresentar uma revisão sobre o panorama e perspectivas de uso de biocontrolador a base de *Trichoderma*, para o manejo de doenças radiculares com ênfase do uso potencial na cultura da soja.

OVERVIEW AND PROSPECTS OF THE USE OF *Trichoderma* spp. IN THE MANAGEMENT OF ROOT PATHOGENS WITH EMPHASIS ON SOYBEAN CROP

Author: Vanessa Tedesco

Advisor: Emerson Medeiros Del Ponte

ABSTRACT

Brazil is considered the second largest soybean producer and the first among emerging markets. The management of the soybean crop is essential to maintain quality of the crop and to achieve high yields. The diseases caused by plant pathogens are among the main factors limiting the achievement of high yields in soybeans. Considering the use of fungicides on seed treatment to prevent possible attacks by soil-inhabiting fungi, this paper aims to present, a review of the overview and prospects for the use of biocontrol with the antagonist *Trichoderma* spp for the management of root diseases with emphasis on the potential use of soybean.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	1
2 CULTURA DA SOJA (<i>Glycine max</i>).....	4
2.1 Importância econômica	4
2.2 Problemas fitossanitários	5
2.2.1 Doenças causadas por patógenos habitantes de solo em soja.....	6
2.3 Sistemas de manejo e estratégias de controle de doenças radiculares na cultura da soja.....	12
3 MANEJO INTEGRADO.....	16
3.1 Bases conceituais	16
3.2 Controle biológico de doenças de plantas	18
3.3 <i>Trichoderma</i> spp.: características e histórico de uso no Brasil	19
3.4 <i>Trichoderma</i> spp. no biocontrole de doenças radiculares.....	23
3.4.1 Interação <i>Trichoderma</i> spp. x fungicidas	25
3.4.2 Formulações e Tecnologia de aplicação	28
3.5 Perspectivas de uso de <i>Trichoderma</i> no manejo integrado de doenças radiculares em soja.....	32
4 CONCLUSÕES.....	34
5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	36

1 INTRODUÇÃO

A cultura da soja (*Glycine max*) tem grande importância no agronegócio, sendo o Brasil, o segundo lugar na lista de produtores mundiais desta leguminosa. Paralelamente, diversos fatores relacionados ao manejo da cultura como desequilíbrios nutricionais do solo e da planta, monocultura ou rotação de culturas, clima favorável, dentre outros, podem contribuir para um aumento na intensidade de doenças na cultura.

Entre as principais doenças, que causam danos econômicos na cultura da soja, estão as causadas por patógenos radiculares, habitantes do solo, que infectam raízes e caule, sobrevivem por um longo período no solo na ausência do seu hospedeiro e possuem capacidade de competição saprofítica. Diversos são os sintomas, como a podridão de sementes e raízes, tombamento de plântulas, murchas vasculares cujos principais agentes causais são *Rhizoctonia solani*, *Fusarium* spp., *Phythium* spp., *Sclerotinia* spp.entre outros. Dentre as estratégias de controle no manejo de doenças radiculares, destacam-se o tratamento de sementes com fungicidas, a fim de diminuir a introdução destes fitopatógenos na cultura da soja, a rotação de culturas com espécies de inverno e verão que causem a

supressividade no solo, e o controle biológico cuja finalidade é reduzir grupos de microrganismos maléficos habitantes do solo a partir da introdução de organismos benéficos do mesmo nicho, como *Trichoderma* spp., para que ocorra competição neste mesmo ambiente.

O controle biológico pode ser definido como o controle de um organismo por outro organismo, sempre visando a redução populacional do patógeno. As espécies de *Trichoderma* estão entre os microrganismos mais estudados com potencial antagonista a patógenos habitantes de solo e apesar de recente no Brasil, cada vez mais pesquisadores se interessam em desenvolver técnicas de laboratório e campo a fim de solidificar este assunto. Formulações de isolados e tecnologias de aplicação utilizando o antagonista *Trichoderma* como biocontrolador, também tem sido estudados visando metodologias específicas a determinados fitopatógenos habitantes de solo.

Na agricultura, o maior desafio é produzir alimentos suficientes para a demanda da população, juntamente com produtos livres de resíduos deixados pelos agrotóxicos. Pesquisas têm sido realizadas com a utilização de produtos fitossanitários em conjunto com fungos antagonistas e também substituindo os agroquímicos, buscando uma estratégia que vise o manejo integrado de controle a fim de diminuir o impacto ambiental ocasionado por fungicidas.

Diante disso, a hipótese desta revisão é o potencial do uso de biocontroladores com o antagonista *Trichoderma* spp. no controle de doenças radiculares na cultura da soja.

Atualmente, a utilização deste agente biológico no manejo integrado de doenças radiculares em soja, pode ser uma alternativa viável, tendo como vantagem a não agressão ao meio ambiente.

Este trabalho objetiva apresentar uma revisão sobre o uso do biocontrolador em culturas de interesse agrícola, no manejo integrado de doenças radiculares, juntamente com as perspectivas que envolvem o uso de *Trichoderma* sp., abordando o cenário da cultura da soja no Brasil.

2 CULTURA DA SOJA (*Glycine max*)

2.1 Importância econômica

O interesse mundial na soja (*Glycine max*) é, em grande parte, devido ao elevado teor de proteína de seus grãos (cerca de 40%), constituindo importante fonte de alimentação tanto animal quanto humana (CRISPINO *et al.*, 2001).

A sustentação do patamar de segundo maior produtor mundial de soja e primeiro entre os países emergentes, tem sido mantido pelo Brasil através do aumento progressivo das áreas de cultivo, e também pela elevação da produtividade nas lavouras (FAO, 2009). No Rio Grande do Sul é a cultura que detém a maior área plantada, oscilando ao redor dos 3 milhões de hectares (FAO, 2009). A estimativa de área plantada e produção de soja no Brasil na safra 2009/2010 é de 22,4 e 62,3 milhões de hectares respectivamente (FAO, 2009). Como fatores determinantes são apontados os avanços científicos e a disposição de tecnologias ao setor produtivo. Dentre essas técnicas, foram alcançados níveis expressivos relacionados ao manejo do solo, rotação de culturas, fixação biológica do nitrogênio, manejo

de práticas fitossanitárias e nutricionais entre outros, os quais vêm tendo papel preponderante para o atual quadro de participação da soja no mercado internacional.

2.2 Problemas fitossanitários

Entre os principais fatores que limitam a obtenção de altos rendimentos em soja estão as doenças. Aproximadamente 40 doenças causadas por fungos, bactérias, nematóides e vírus já foram identificadas no Brasil. Esse número continua aumentando com a expansão da soja para novas áreas e como consequência da monocultura. A importância econômica de cada doença varia de ano para ano e de região para região, dependendo das condições climáticas de cada safra (EMBRAPA SOJA, 2009).

Doenças radiculares ocorrem levando a danos consideráveis sob determinadas condições, como, solo desequilibrados, diminuição da matéria orgânica, excesso de água, bem como pelo aspecto de dificuldade de controle, comparado a doenças de parte aérea que são manejadas com fungicidas. A origem deste desequilíbrio está em sistemas agrícolas adotados, que transformam campos de cultivo em locais de elevada simplificação ecológica, tornando-os mais sujeitos às perturbações por alguns agentes, dentre os quais os fitopatógenos (MICHEREFF *et al.* 2005).

2.2.1 Doenças causadas por patógenos habitantes de solo em soja

Segundo HILLOCKS & WALLER (1997), citado por MICHEREFF, *et al.* (2005), patógenos radiculares, também denominados fitopatógenos habitantes do solo, podem ser definidos como organismos que (a) passam a maior parte do seu ciclo de vida no solo, (b) infectam órgãos subterrâneos ou caules de plantas, (c) tem capacidade de sobreviver no solo por um longo período na ausência de seus hospedeiros, (d) possuem capacidade de competição saprofítica e (e) seus estádios de disseminação e sobrevivência são confinados ao solo, embora alguns possam produzir esporos disseminados pelo ar ou água. Os patógenos de solo têm uma estreita relação nutricional com o hospedeiro, a especificidade hospedeira ocorre entre biotróficos e necrotróficos, enquanto a especificidade por substrato é comum entre saprotróficos (COSTAMILAN, 1999; MICHEREFF *et al.*, 2005).

Doenças radiculares são caracterizadas por diversos sintomas, como podridão de sementes, podridão de raízes, tombamento de plântulas pré e pós emergência, murchas vasculares, podridões moles e nematoses radiculares (MICHEREFF *et al.*, 2005). A incidência de doenças radiculares em soja está diretamente relacionada com o rendimento das plantas. A infecção da doença no sistema radicular acarreta redução na absorção e água e nutrientes, interferindo na taxa fotossintética, afetando o florescimento e o enchimento de grãos.

Segundo REIS *et al.* (2004), as podridões radiculares, em geral são consideradas as doenças de controle mais difícil. Este autor cita *Rhizoctonia*

solani Kuhn, agente causal da morte em reboleira ou rizoctoniose, *Macrophomina phaseolina* (Mauhbl.) Ashby, que causa a podridão cinzenta da raiz, *Phytophthora megasperma* var. *sojae* Hildebrand, que causa podridão negra da base da haste e *Fusarium solani* (Mart.) Sacc. Roy F.sp. *glycines*, que causa podridão vermelha, como sendo os principais fungos que causam podridões radiculares em soja.

Outras doenças de sistema radicular com importância econômica em leguminosas como soja, são tombamento de plântulas cujo agente causal é *Phythium* spp., murcha de fusário causado por *Fusarium oxysporum* f. sp. *glycines*, podridão branca ou mofo branco causado por *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary; e murcha de esclerócio, que tem como agente causal *Sclerotinia rolfsii* Sacc.

Dentre as podridões radiculares, pode-se ainda citar a podridão seca, causada pelo patógeno *Fusarium solani* f. sp. *sojae*, o qual é responsável pela podridão do sistema radicular e pela formação de folhas carijó. O sintoma da raiz principal apresenta uma mancha avermelhada, que posteriormente se expande e circunda toda a raiz. Sob condições de alta umidade é possível observar um anel vermelho na base da haste, expondo a frutificação do fungo (conídios) na forma de uma massa pulverulenta de cor bege (ALMEIDA, 1997). Várias espécies cultivadas são hospedeiras desse fungo, entre estas, destacam-se a batata, ervilha e feijoeiro. O fungo sobrevive em restos culturais, solo e sementes infectadas onde atuará como fonte de inoculo, formando micélio, macro e microconídios, além de

clamidósporos. A dispersão destas estruturas se dá através do vento e respingos de chuva (BEBENDO, 1995; AGRIOS, 2004).

A podridão cinzenta do caule, também conhecida como podridão negra ou mancha carvão, causada pelo patógeno *Macrophomina phaseolina* (Tass) Goid, (ALMEIDA, 1997), é uma doença encontrada em lavouras de soja do Brasil, afeta as raízes e pode incitar doenças em várias espécies de plantas cultivadas, como feijão, caupi, milho, amendoim, sorgo, girassol e crotalaria (ALMEIDA *et al.*, 2001 apud SEGALIN, 2007). Ocorre em condição de clima seco. A severidade de *M. phaseolina* tem sido associada a dois fatores: déficit hídrico e temperatura do solo. A suscetibilidade das plantas aumenta com o baixo potencial hídrico e a atividade dos microrganismos antagonistas diminui (ALMEIDA *et al.*, 2001 apud SEGALIN, 2007). Por ser um fungo habitante natural do solo, de grande variabilidade patogênica e alta capacidade de sobrevivência, permanece nos restos de cultura na forma de microescleródios e picnídios. Os sintomas variam de acordo com a idade da planta. As plantas infectadas apresentam deterioração do sistema radicular, sendo que sob a epiderme podem ser observados os microescleródios (ALMEIDA, 1997). As lesões podem ser confundidas com as causadas por *R. solani*, no entanto, as lesões de *M. phaseolina* não são profundas e não causam estrangulamento no hipocótilo (SEGALIN, 2007).

A podridão branca causada pelo patógeno *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary, também denominada podridão-de-sclerotinia ou podridão-branca-da-haste, possui grande número de hospedeiros e uma vasta

distribuição geográfica. É uma das doenças mais antigas da soja, apresentando alto risco em áreas onde ocorrem chuvas abundantes e temperaturas amenas, como na região Sul (ALMEIDA, 1997). Em relação aos sintomas, inicialmente, o fungo causa manchas de anasarca, que evoluem para coloração castanho-clara. Sobre os tecidos infectados forma-se um micélio branco e cotonoso, que forma escleródios inicialmente de coloração clara, tornando-se preta, de dimensões variadas, visíveis a olho nu. Os escleródios são formados no interior e na superfície das hastes e das vagens infectadas (ALMEIDA, 1997). O fungo sobrevive no solo por muitos anos na forma de escleródios, que são muito resistentes a intempéries. Estes, germinam e desenvolvem estruturas de reprodução sexuada chamadas de apotécio. Estas estruturas produzem ascósporos que são liberados pelo vento e são responsáveis pela infecção das plantas. A transmissão por semente pode ocorrer tanto através de micélio, quanto por esclerócios misturados às sementes (ALMEIDA, 1997).

As podridões de sementes e tombamento de plântulas são doenças são causadas principalmente por fungos e resultam na debilidade ou morte da plântula. Os sintomas incluem podridões e raízes necrosadas, determinando emergência desuniforme e baixa população de plantas. CASA & REIS (2004) relatam que estes problemas ocorrem quando as fases de germinação e emergência da cultura coincidem com longos períodos de chuvas intensas e intermitentes que encharcam o solo, diminuindo drasticamente sua aeração. Nas lavouras de soja conduzidas em plantio direto, na região Sul do Brasil, estes autores afirmam que ocorre um

decréscimo na população de plantas, devido principalmente à redução no número de plantas emersas e ao aumento no número de plântulas mortas e de plantas com estatura reduzida, normalmente em reboleiras, mesmo com as sementes tratadas com fungicidas. Segundo MICHEREFF (2005), os fungos *Rhizoctonia solani* e *Pythium* spp. são capazes de causar podridões em sementes e tombamentos pré e pós emergência em muitas culturas. Entretanto, estes patógenos são muito diferentes nas estruturas de sobrevivência e infecção, além do que, necessitam de condições ambientais diferentes para causarem doença. O fungo *R. solani*, infecta principalmente por micélio que sobrevive saprofiticamente no solo e colonizam plantas hospedeiras e restos culturais. O impacto das gotas de chuva sobre o solo provoca respingos com suspensão de micélio e basidiósporos que são levados para a superfície da planta ou disseminados a longas distâncias pelo vento (YORINORY, 2000).

Já os patógenos do gênero *Pythium*, habitantes de solo, sobrevivem em solos saturados na forma de zoósporos, esporos móveis que se movem em direção à semente para germinar e também em solos secos, em que sobrevivem como oósporos. Podem permanecer como saprófitos ou infectar plantas vivas, tornando-se parasitas.

As murchas vasculares são doenças em que o sistema vascular torna-se obstruído, ocorrendo um limite na translocação de água e na passagem da seiva. Os sintomas das doenças vasculares fúngicas são o amarelecimento das folhas mais velhas e posterior progresso para as

demais, podendo chegar a coloração parda e morte, murcha e podridão. No caule, ao fazer um corte, pode ser observado uma descoloração marrom no sistema vascular (BEBENDO, 1995; ALMEIDA, 1997). O patógeno *Fusarium oxysporum* f. sp. *glycines*, agente causal da murcha de fusário, possui distribuição mundial, e várias espécies cultivadas são hospedeiras, como arroz, soja e tomate. A infecção é causada por microconídios, macroconídios e clamidósporos, sendo que este último é a estrutura de resistência que sobrevive no solo, frente às condições ambientais diversas (AGRIOS, 2004). É um habitante do solo e vive saprofiticamente sobre a matéria orgânica e restos culturais (BEBENDO, 1995)

O patógeno *Sclerotinia rolfsii*, agente causal da murcha-de-esclerócio ou podridão mole, é um fungo habitante de solo, que sobrevive como esclerócio no solo e micélio em restos culturais. É comum em todas as regiões produtoras de soja no Brasil. Possui um grande número de plantas hospedeiras, principalmente em grandes culturas de importância econômica. O tombamento e murcha ocorre sob solo úmido e alta temperatura, principalmente onde há resteva em decomposição. Resulta em uma podridão mole aquosa, que ocorre logo abaixo do nível do solo, onde há a formação de micélio esbranquiçado, com a presença de grande quantidade de esclerócios, os quais são esféricos, inicialmente brancos, tornando-se amarronzados com o passar do tempo (BEBENDO, 1995; AGRIOS, 2004).

2.3 Sistemas de manejo e estratégias de controle de doenças radiculares na cultura da soja

O manejo da cultura da soja é imprescindível para manter a qualidade da lavoura e alcançar altos rendimentos.

A monocultura ou mesmo o sistema contínuo de sucessão do tipo trigo-soja ou milho safrinha-soja, tende a provocar a degradação física, química e biológica do solo e a queda da produtividade das culturas. Também proporciona condições mais favoráveis para o desenvolvimento de doenças e pragas (EMBRAPA SOJA, 2009).

A rotação de culturas influencia positivamente na recuperação, manutenção e melhoria do solo e ainda promove a diversificação de espécies cultivadas (EMBRAPA SOJA, 2009). Segundo REIS (1991), a rotação de culturas, é uma das praticas utilizadas pelos agricultores para diminuir os problemas relacionados a sobrevivência de patógenos de solo. O mesmo autor enfatiza que, apesar de grande potencial, a utilização da rotação de culturas não é efetiva no controle de patógenos que apresentam habilidade de competição saprofítica, estruturas de resistência, com alta longevidade e viabilidade, ampla gama de hospedeiros, esporos pequenos que podem ser transportados pelo vento a longas distâncias. A manutenção de restos culturais na superfície do solo prolonga a viabilidade dos patógenos necrotróficos e sua permanência na área, pois retarda a decomposição dos resíduos, mantendo, por mais tempo, a fonte nutricional (COSTAMILAN, 1999).

A cobertura orgânica influencia o solo no estabelecimento de condições ou não ao desenvolvimento da doença, para tanto o manejo mal executado pode resultar em problemas fitossanitários às culturas de soja e feijão, principalmente se o plantio for realizado com elevado teor de umidade no solo, quando não se obedece um sistema racional de rotação de culturas e quando o solo está compactado (COSTAMILAN, 1999). Segundo a mesma autora, tais condições de solos favorecem o desenvolvimento de doenças radiculares, como podridão vermelha da raiz, podridão da raiz e da haste e podridão cinza da raiz, em soja. TOLEDO-SOUZA *et al.*, (2008), ao testarem diferentes espécies de leguminosas, inferem que resíduos de leguminosas favorecem o aumento da população de *Fusarium* spp. e *Rhizoctonia* independente do sistema de cultivo, mas a dinâmica da população destes patógenos no solo depende do efeito de sequencias de culturas e da chuva, para tanto, o plantio de leguminosas anteriormente, deve ser evitado para produção de feijoeiro irrigado, tanto no sistema convencional como no plantio direto.

Fungos habitantes de solo e infectantes de raízes são de difícil controle e considerando o exposto acima, somente sistemas de manejo com rotação de culturas, apesar de influenciar positivamente na recuperação, manutenção e melhoria do solo, não reduz significativamente patógenos de solo. Para tanto há necessidade de utilizar outras alternativas como estratégias na eliminação da população destes microrganismos.

O tratamento de sementes com fungicidas é a estratégia mais utilizada para garantir o estabelecimento da população de plantas e controlar

patógenos importantes que estão associados às sementes, diminuindo a introdução destes em áreas com plantio de soja. (EMBRAPA SOJA, 2008). Entretanto, em áreas extensivas de produção como ocorre com a cultura da soja, o controle químico não é sempre econômico e durável devido à recolonização posterior pela microbiota do solo. No caso dos fungos habitantes de solo, com habilidade de competição saprofítica, ou daqueles que formam estruturas de resistência (oósporos, clamidósporos e esclerócios) ou conídios dormentes, a rotação de culturas não é economicamente viável, devido ao fato de se ter que deixar de cultivar por períodos muito longos a espécie mais rentável economicamente. Neste caso a opção é buscar o controle por métodos biológicos (SEGALIN, 2007).

Populações presentes no solo e danos decorrentes das doenças podem ser reduzidos através do controle biológico por grupos de microrganismos habitantes do solo (YORINORI, 2000). Espécies de *Trichoderma* são encontradas na microbiota em quase todos os tipos de solo, especialmente orgânicos, incluindo húmus de florestas e solos agrícolas, podendo viver saprofiticamente ou parasitando outros fungos (ROIGER, 1991 apud PANDOLFO, 2007).

O controle integrado no manejo de doenças radiculares na cultura da soja, tendo como estratégia a utilização de produtos fitossanitários e produtos à base de agentes de biocontrole, pode ser uma maneira eficiente no tratamento de sementes ou aplicações no solo, sem agressões ao meio ambiente. Estas estratégias de biocontrole fazem parte de um manejo

integrado constituído por medidas que visam a diminuição da densidade populacional do patógeno (MARIANO *et al.*, 2000).

3 MANEJO INTEGRADO

3.1 Bases conceituais

O manejo integrado é uma estratégia de controle múltiplo, quando empregada, esta técnica limita possíveis efeitos potenciais prejudiciais de insumos químicos à saúde pública e ambientes naturais. O objetivo deste manejo é reduzir uma população de agentes prejudiciais às plantas de maneira mais integrada possível, tomando decisões de acordo com o nível de tolerância permitido, sem refletir em perdas econômicas. Para tanto, torna-se necessário o acompanhamento e a pesquisa na lavoura a fim de estimar o grau de severidade da infestação (TORRES & MICHEREFF, 2000)

Apesar de existir tecnologia avançada no país, uma grande parte de agricultores não tem acesso, não adotam ou adotam somente uma medida isolada de práticas agrícolas, não ocorrendo assim, o manejo integrado e conseqüentemente o impacto de produtividade esperado (LIMA *et al.*, 2008)

A produção integrada baseia-se na adoção de boas práticas agrícolas, principalmente relacionadas ao manejo e à conservação do solo,

ao manejo integrado de pragas e doenças, à utilização racional de agroquímicos e à eliminação do uso daqueles extremamente tóxicos ao homem e ao meio ambiente (LIMA, *et al.*, 2008). Um importante questionamento no manejo de doenças radiculares relaciona-se ao nível de sustentabilidade das práticas de controle. Considerando que a sustentabilidade refere-se a habilidade para manter o sistema em existência por um longo período de tempo, as práticas adotadas no manejo de doenças radiculares, devem propiciar mínima dependência externa de insumos, uso de processos biológicos, manutenção da estrutura física, química e biológica do solo, ciclagem de nutrientes, baixo ou nenhum tipo de degradação ambiental, baixo ou nenhum risco toxicológico aos seres vivos, entre outros (MICHEREFF *et al.*, 2001).

No manejo integrado de doenças, o controle biológico pode ser uma alternativa ao controle químico, já que este está cada vez mais associado a danos residuais e ambientais, além de ocorrer resistência genética de alguns patógenos. Um dos principais obstáculos para o controle biológico está em encontrar práticas determinantes para sua ação, como dose-resposta, temperatura, umidade, tipo de solo e suscetibilidade do hospedeiro (ETHUR, 2006).

Medidas de controle para patógenos de solo envolvem várias práticas de manejo integrado como rotação de culturas, sementes certificadas e livres de patógenos, calagem, controle cultural, retirada de plantas

infectadas e uso de cultivares resistentes. Sendo assim busca-se no biocontrole uma alternativa para o manejo e controle de fungos de solo.

3.2 Controle biológico de doenças de plantas

Vários conceitos, de diversos autores definem o controle biológico de doenças de plantas. Entre tantas definições encontradas, pode-se definir o controle biológico como a redução da soma de inóculo ou das atividades determinantes da doença provocada por um patógeno, realizada por ou através de um ou mais organismo que não o homem. Os organismos envolvidos são indivíduos avirulentos, dentro das espécies patogênicas (MARIANO *et al.*, 2000)

Este conceito pode ser visto como amplo, pois abrange muito mais do que a utilização de antagonistas, e sim, qualquer controle obtido através de um micro sistema vivo. No entanto, usando uma definição restrita, o significado do controle biológico nada mais é do que o controle de um organismo por outro organismo, sempre visando a redução populacional do patógeno. Este tipo de controle, raramente erradica os patógenos, pois depende da manipulação do ambiente, do equilíbrio biológico que existe no solo e da introdução de antagonistas, mas acredita-se que as chances de sucesso são maiores quanto mais variadas forem as populações da microbiota do solo (MARIANO *et al.*; 2000).

O objetivo do controle biológico é controlar o patógeno ou suprimir os prejuízos por ele causados, neste caso, da doença. O resultado da interação entre hospedeiro, patógeno e organismos não patógenos (antagonistas) que habitam o sítio de infecção são componentes do controle biológico, que está sob influência do ambiente, interagindo em todo o sistema biológico e de manejo (LUZ, 1991)

O biocontrole de doenças radiculares é a área mais desenvolvida de biocontrole de doenças de plantas. A introdução de microrganismos adaptados ao microhabitat do patógeno é um dos aspectos mais relevantes para um programa de controle biológico de doenças de plantas (MICHEREFF, 2001). A capacidade de atuar em diferentes plantas hospedeiras e amplo espectro de ação, contra diferentes patógenos, é uma das características ideais na busca de microrganismos antagônicos para biocontrole (BETTIOL, 1991).

Diversos microrganismos são isolados, selecionados e utilizados como agentes de biocontroles de doenças, entre tantos estudados, *Trichoderma* spp. exerce grande potencial como biocontrolador de doenças radiculares.

3.3 *Trichoderma* spp.: características e histórico de uso no Brasil

O gênero *Trichoderma* corresponde a fase anamórfica do gênero *Hypocrea*, o qual pertence a classe dos fungos Mitospóricos, subclasse

Hifomicetos, ordem Moniliales, família Moniliaceae (MELO, 1991; SAMUEL 1996 apud SANTIN, 2008). *Trichoderma harzianum* destaca-se por ser a espécie mais estudada do ponto de vista do controle biológico.

A principal característica morfológica destes fungos é a presença de micélios, inicialmente de coloração branca e crescimento rápido. À medida que se desenvolve, torna-se cotonoso e compacto com tufo verde. A coloração da colônia exibe vários tons de verde, podendo ser influenciado pelo meio de cultivo. (DOMSCH *et al.* 1980 apud SANTIN, 2008).

Fungos do gênero *Trichoderma* são micoparasitas necrotróficos, encontrados em solos de todo o mundo e estão entre os microrganismos mais estudados com potencial antagonista a patógenos habitantes de solo (MELO, 1998; ETHUR, 2006). Este antagonista tem demonstrado melhor atuação em patógenos de solo menos especializados, como *Pythium* sp., *Fusarium* sp., *Rhizoctonia solani*, *Sclerotium* sp., *Sclerotinia sclerotiorum* entre outros, pois, como é um microrganismo de solo, suas características são melhores expressas neste ambiente (MELO, 1996; ETHUR, 2006). O termo antagonista é empregado aos agentes biológicos com potencial para interferir nos processos vitais dos fitopatógenos. Desta forma, o nicho ocupado por fungos antagonistas favorece o controle biológico, pois neste local podem competir por nutrientes e espaço com os patógenos, bem como produzir substâncias tóxicas a estes organismos, ou, ainda, induzir a planta a desenvolver resistência a doenças (MELO & AZEVEDO, 1998). A competição também é uma das principais características de isolados de *Trichoderma* sp. usados como agentes de controle biológico, pois competem

pelos exsudatos liberados pelas sementes no processo de germinação de propágulos de fungos fitopatogênicos (ETHUR, 2006).

Há muitos anos, o controle biológico de enfermidades de plantas, de maneira empírica, vem sendo praticado. Como exemplo, agricultores no século passado, intuitivamente perceberam que, ao utilizarem leguminosa como cobertura em um solo onde estava desnudo, se aumentava a produtividade (BASHAN, 1998 apud ROMEIRO, 2007). No Brasil a história do controle biológico de doenças é recente. O primeiro artigo publicado sobre o tema, data de 1950, por Reinaldo Foster, pesquisador do Instituto Agrônomo de Campinas, intitulado “Inativação do vírus do mosaico comum do fumo pelo filtrado de culturas de *Trichoderma* sp. Neste estudo, o filtrado da cultura do antagonista, reduziu em até 90% a capacidade infectiva do vírus (MORANDI & BETTIOL, 2009).

Somente em 1987, segundo VALDEBENITO-SANHUEZA (1991), foi disponibilizado pelo Centro Nacional de Pesquisa de Fruteiras de Clima Temperado, da Embrapa, o primeiro produto comercial a base de *Trichoderma viride*, para o controle de *Phytophthora cactorum* em macieira, devido a capacidade de colonizar o solo e proteger as mudas após o plantio. Em 1991 foi publicado o primeiro livro neste assunto, denominado “Controle Biológico de Doenças de Plantas”, editado por Wagner Bettiol e publicado pelo então Centro Nacional de Pesquisa de Defesa da Agricultura, atual Embrapa Meio Ambiente. Em 1992, foi criada a primeira disciplina sobre “Controle biológico de doenças de plantas” no curso de pós graduação em Proteção de Plantas, na UNESP/Botucatu, pelo mesmo editor do livro

homônimo. Neste mesmo ano, na Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Departamento de Fitossanidade, da Faculdade de Agronomia, foi incubada a primeira empresa (BIOAGRO ALAM Ltda.) especializada na produção e comercialização de *Trichoderma*. Em 1997, o IBAMA publicou a portaria 131 de 03 de novembro de 1997, estabelecendo critérios para efeito de registro e avaliação ambiental de agentes microbianos para o emprego fitossanitário.

Em 2007, é criada a Associação Brasileira das Empresas de Controle Biológico (ABCBio), na IX Reunião Brasileira sobre Controle Biológico, realizada em Campinas, SP. O primeiro registro de fungicida biológico comercial contendo antagonista para o controle de doenças de plantas, denominado Trichodermil® , contendo *Trichoderma harzianum* foi realizado em 2008 pela Itaforte Bioprodutos Ltda. No ano de 2009, mais de 20 marcas comerciais de produtos a base de microrganismos de controle biológico de fitopatógenos estão disponíveis a produtores rurais (MORANDI & BETTIOL, 2009). Em recente pesquisa de mercado, estes mesmos autores identificaram 13 empresas no país que produzem e comercializam *Trichoderma*, utilizando técnicas de fermentação sólida em grãos de arroz, milho ou outros cereais.

Recentemente, foi aprovado pelo CNPq, projeto para determinação de metodologias e avaliação de qualidade dos produtos biológicos para controle de doenças de plantas (BETTIOL, 2009). Apesar de mais recente, há grande interesse dos pesquisadores pela área de controle biológico de doenças de

plantas, o que certamente formará nos próximos anos uma base de informações mais sólida sobre o assunto (LOPES, 2009).

3.4 *Trichoderma* spp. no biocontrole de doenças radiculares

Isolados selecionados de *Trichoderma harzanium* podem ser utilizados no tratamento de sementes, para produção de mudas e redução na incidência e severidade de fusariose do tomateiro, bem como o tratamento integrado de fungicida. Este biocontrolador se desenvolve na rizosfera (ETHUR, 2006) sendo promissor para utilização em leguminosas.

Um dos maiores problemas nas lavouras de soja é o mofo branco ocasionado por *Sclerotinia Sclerotiorum*. Esta doença ocorre principalmente em lavouras irrigadas. Uma redução significativa na incidência do mofo branco nas culturas da soja, feijão e algodão foi obtida quando *Trichoderma* foi aplicado na concentração de 1 a 2 trilhões de esporos/ha em pós emergência (POMELLA *et al.*, 2005). O uso isolado de *Trichoderma* não pode ser considerado como solução definitiva para o controle do mofo branco, mas como uma ferramenta no manejo desta doença, atuando como medida preventiva, pois inativa os escleródios que produzirão os esporos para infectar o hospedeiro. OLIVEIRA *et al.* (2008), verificando o hiperparasitismo de *Trichoderma* spp. em *S. sclerotiorum*, *in vitro*, confirmou a interação entre estes microrganismos, em que hifas de *Trichoderma* sp. crescem em torno das hifas do patógeno, colonizando e inibindo seu crescimento. A aplicação de espécies de *Trichoderma* na forma de

preparado micelial por meio de substrato de farelo de arroz e água (2:1) em solos de cultivo na sobrevivência de *Sclerotinia sclerotiorum* causadora do mofo branco, reduziu em até 85% os esclerócios presentes nestes solos (SUMIDA, *et al*, 2009).

Em estudo realizado por SIVAN & CHET, 1989 apud ETHUR (2006), a concentração de conídios do isolado T-35 de *T. harzanium* no tratamento de solo resultou na diminuição da colonização da rizosfera por *Fusarium* sp., sendo que uma das estratégias para o controle de doenças por patógenos veiculados pelo solo é prevenir sua proliferação, mantendo sua população em níveis baixos. Altas densidades populacionais de agentes de biocontrole no ambiente solo são importantes em locais com alta infestação de fitopatógenos, pois tanto *Trichoderma* spp. quanto *Fusarium* spp. são fungos saprofíticos e por ocuparem o mesmo nicho certamente competirão pela ocupação do ambiente (ETHUR, 2006).

Trabalhos com agentes biológicos contra algumas espécies de *Fusarium oxysporum* tem sido extensivamente pesquisados. Em experimentos in vivo, o isolado de *Trichoderma* "TSV" foi efetivo no controle de *Fusarium oxysporum* f.sp. *phaseoli*, (PANDOLFO, 2007). Em trabalho realizado por REIS, *et al.* (1995), foram selecionados e isolados espécies de *Trichoderma* para controle de *Fusarium oxysporum* f. sp. *phaseoli*. Estes pesquisadores avaliaram o potencial do biocontrolador na forma de pó biológico em solo natural, para controle da murcha do feijoeiro. De 41 isolados, três apresentaram redução de 55% na severidade da doença,

mostrando-se mais eficiente do que o fungicida benomyl no tratamento de sementes.

Segundo alguns trabalhos realizados, há indicativos da potencialidade do biocontrolador em leguminosas como o feijoeiro. Desta forma, torna-se aberta a possibilidade de testar isolados no controle de fusariose na cultura da soja.

3.4.1 Interação *Trichoderma* spp. x fungicidas

O progresso no desenvolvimento de fungicidas para uso no solo tem sido limitado pelo fato de que muitas moléculas químicas são 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. Esses acontecimentos dificultam a eficiência do produto. Além disso, muitos dos microrganismos no solo formam estruturas de resistência (esclerócios, clamidósporos), o que torna mais difícil o manejo de doenças radiculares (MARIANO *et al.*, 2005).

Os fungicidas apresentam somente um efeito temporário e usualmente necessitam de aplicações repetidas durante o crescimento da cultura, enquanto agentes de controle biológico são capazes de se estabelecer, colonizar e se reproduzir no ecossistema (ÁVILLA *et al.*, 2005). Muitos produtores utilizam fungicidas e biocontroladores almejando o sucesso no controle de alguns fungos de solo. De acordo com os mesmos

autores, os princípios ativos (P.A) de fungicidas comerciais podem interferir no desenvolvimento e forma de ação destes agentes biocontroladores.

Em testes realizados em laboratório, RIBAS, *et al.*, (2009) verificou a interferência dos P.A. tiofanato metílico, carbendazin, captana, iprodiona e fluazinam no crescimento vegetativo e esporulação de *Trichoderma* spp. através da adição de soluções de P.A em meio de cultura BDA inoculado com disco de 0,8 cm de diâmetro de diferentes isolados: *Trichoderma viride* (ICBV21), *T. harzianum* (ICBH22), *Trichoderma* sp. (ICB04, ICB16 e ICBTS20) no centro das placas de Petri. Os resultados demonstraram que tiofanato metílico demonstrou-se compatível a todos os isolados testados, captana foi compatível com aos isolados ICB04, ICBV21 e ICBH22 e Carbendazin e fluazinam mostraram-se muito tóxicos para todos os isolados. Em outro trabalho dos mesmos autores, foi verificado a interferência do P.A dos fungicidas anteriormente citados e nas concentrações recomendadas, no antagonismo de *Trichoderma* spp contra *Fusarium oxysporum* f. sp *phaseoli*. Foi constatado que todos os P.A., com exceção do tiofanato metílico, que não diferiu da testemunha para os isolados ICB16, ICBV21 e ICBH22, interferiram no crescimento micelial de *Trichoderma* spp.

PAULA JUNIOR (2009) e colaboradores ao estudarem a sensibilidade de espécies de *Trichodema* a fungicidas como procimidione, fluazinam, tiofanato metílico, fluazinam + tiofanato metílico, cloreto de benzalcônio, carbendazim e fludioxonil, utilizados na cultura do feijoeiro *in vitro*, nas concentrações 10, 100 e 1000 ppm, verificaram que a maioria inibiu o crescimento micelial, demonstrando serem altamente tóxicos ao antagonista,

com exceção dos fungicidas fludioxonil e cloreto de benzalcônio na concentração 1000 ppm que possibilitaram o crescimento de *Trichoderma* sp.

Em recente trabalho realizado a campo, TEIXEIRA *et al.*, (2009) testaram a eficiência de produtos comerciais produzidos no Brasil a base de *Trichoderma* spp. aplicados em tratamento de sementes ou no sulco do plantio, visando o controle da prodrisão radicular do feijoeiro. Os produtos testados foram: Trichodermil (sulco de plantio), Trichodermax Plus (tratamento de sementes), Trichodermax CE (sulco de plantio), Quality WG (tratamento de sementes e sulco de plantio), Trichoderma JCO (sulco de plantio) e Trichodel solo (tratamento de sementes e sulco de plantio). Estes apresentaram grande potencial como biofungicidas, reduzindo a severidade da doença em 62,8% aos 15 dias após a emergência, mas não apresentaram efeito sobre o rendimento de grãos. POMELLA (2005), afirma que o sucesso do programa de controle biológico é creditado ao aumento do estande de plantas, devido a redução de tombamento ocasionado por patógenos de solo como *Fusarium* sp. e *Rhizoctonia solani*, ao efeito fitotônico, que promove um maior vigor às plantas e também a redução na incidência e severidade de *Sclerotinia sclerotiorum*, o que permitiu reduzir a utilização de fungicidas químicos e diminuição do custo de produção, tanto pelo aumento da produtividade, quanto pela diminuição na utilização de agrotóxicos.

O manejo integrado, com a utilização de produtos fitossanitários seletivos em conjunto com fungos antagonistas, pode ser uma estratégia

mais segura e eficiente. Entretanto, alguns produtos podem afetar o crescimento vegetativo dos fungos antagonistas, ou alterar sua composição genética (ALVES, *et al.*, 1998).

Poucos trabalhos a campo têm sido realizados com o objetivo de avaliar a compatibilidade entre fungicidas e agentes de biocontrole visando o uso conjunto no manejo integrado de doenças. Trabalhos realizados em laboratórios e casa de vegetação de instituições de pesquisa, interligados com a prática de campo, é de suma importância para a difusão de tecnologia ao agricultor. É importante levar até o campo essas informações para que o agricultor não entenda esta modalidade de controle como uma simples substituição do produto químico convencional pelo biológico. Trata-se de uma visão que deve ser encarada amplamente dentro do contexto de manejo integrado de doenças (LOPES, 2009).

3.4.2 Formulações e Tecnologia de aplicação

No Brasil, o processo de produção de fungos iniciou no final da década de 1960, consistindo no uso de cereais ou grãos pré-cozidos como substrato, principalmente arroz. Para espécies de *Trichoderma*, além do arroz, são também usados como substrato grãos de milho, sorgo e milheto, normalmente visando à produção de conídios como ingrediente ativo do produto (LOPES, 2009).

Segundo ETHUR (2006) na formulação de isolados de *Trichoderma*, o autor utilizou discos de BDA contendo micélios e esporos colocados sobre

50 g de arroz, umedecidos com água destilada. Em câmara climatizada a 22 °C, com fotoperíodo de 12 horas, por 10 dias, esperou-se o crescimento e colonização do arroz. Após este período o “produto” foi seco em estufa a 37 °C, e triturado até transformação em pó. Procedimento semelhante foi realizado por PANDOLFO, (2007) na produção do inóculo de *Trichoderma* em que utilizou sacos plásticos de 2 litros, com 250 gramas de arroz sem casca e autoclavados por 30 minutos a 120 °C. Nestes, foram inoculados 50 mL de suspensão com 10^7 esporos de *Trichoderma* sp e incubados por 14 dias a 23 °C. O substrato foi seco a 36 °C e seguidamente triturado.

A formulação microbiana trata-se de um processo complexo que necessita ter conhecimentos indispensáveis para que obtenha sucesso no campo. Devem ser observados aspectos como o tipo e características do propágulo utilizado como ingrediente ativo, as características do sistema produtivo (sistema de secagem, por exemplo), compatibilidade dos componentes da formulação ao microrganismo, estabilidade do ingrediente ativo no armazenamento, entre outros (LOPES, 2009). Para fungos o ingrediente ativo geralmente é a fase conidial, oriundo da reprodução assexuada do microrganismo.

As formulações existentes no mercado incluem pó-molhável, grânulos dispersíveis, suspensão concentrada, óleo emulsionável, grãos colonizados e esporos secos. *Trichoderma asperellum*, *Trichoderma harzianum*, *Trichoderma stromaticum* e *Trichoderma viride* são as principais espécies do agente de biocontrole comercializadas. Em alguns produtos comerciais as

espécies não são identificadas (BETTIOL, 2009). Dependendo da formulação, as aplicações podem ser feitas em pulverização, polvilhamento, tratamento de sementes, via irrigação ou em mistura com substratos orgânicos na produção de mudas. A formulação em pó é utilizada para tratamento de sementes, sendo o tipo de inoculante mais comum; em calda, é aplicada diretamente no tratamento de sementes antes do plantio ou no sulco; em grânulos é aplicado diretamente no sulco junto às sementes, e; em líquido (água, óleo mineral ou orgânico), através da imersão de sementes (BASHAM, 1998 apud MARIANO, 2005).

Produtos a base de *Trichoderma* podem ser empregados de várias maneiras pelo agricultor, depende da cultura e das doenças alvo (LOPES, 2009). Para grandes áreas de cultivo como soja, milho e feijão o produto pode ser veiculado às sementes ou aplicado via pulverização do sulco de plantio (LOBO JR. *et al.*, 2005 apud LOPES, 2009).

LUZ (1991), afirma que a microbiolização de sementes, é um método útil e promissor para o controle de patógenos das sementes e dos que sobrevivem no solo. Pode ser considerado um importante método de aplicação de biocontroladores, tendo em vista a pequena quantidade de material biológico requerido em relação àquela necessária para aplicação no solo. No tratamento de sementes são adicionados cerca de 10.000 esporos/semente. Uma manta de micélio ao redor da semente, fornecendo eficiente proteção contra o ataque de patógenos externos, é observada sob microscópio após a germinação dos esporos (POMELLA *et al.*, 2005). Os mesmos autores enfatizam que o tratamento de sementes com o

biocontrolador é viável quando utilizado para patógenos que ocasionam o tombamento de plantas, porém não é prática indicada para controle de mofo branco, no qual permanecem escleródios no solo. Neste caso, a aplicação via pulverização com barra ou pivô central é recomendada.

Os produtos são formulados com esporos vivos do fungo, portanto é importante o armazenamento em locais refrigerados ou com temperaturas preferencialmente inferiores a 28 °C. As aplicações devem ser feitas à tarde em condições de alta umidade relativa. O nível tecnológico e cuidados requeridos para a utilização de produtos biológicos são maiores quando comparados com aqueles adotados para os produtos químicos (POMELLA *et al.*, 2005). Os mesmos autores enfatizam que a busca pela melhoria na qualidade do produto é constante, tanto por meio de testes com novas formulações, como pela avaliação de métodos de aplicação. Ensaio são conduzidos objetivando aprimorar a sua recomendação, quanto a dosagem para as diferentes culturas, compatibilidade com agrotóxicos, intervalo e horário de aplicação.

Toda tecnologia deve ser adequada aos produtos formulados, a fim de garantir proteção da planta ao ataque de fitopatógenos. Segundo MARIANO *et al.* (2005), não se deve esquecer que a resistência devido a mutações, transferência de genes ou imunização representa um desafio para uso do biocontrole no campo.

3.5 Perspectivas de uso de Trichoderma no manejo integrado de doenças radiculares em soja

Produtos e alimentos livres de resíduos deixados pelos agrotóxicos é uma demanda cada vez maior que a sociedade consumista exige. O Brasil e outros países, que tem na agricultura a base de sua economia, sentem a necessidade de implantação de sistemas mais sustentáveis na produção integrada, onde o controle biológico pode ser considerado ferramenta indispensável (LOPES, 2009).

A viabilidade econômica de um sistema de produção é um fator que afeta diretamente o agricultor e talvez seja o primeiro a ser considerado para a maior aceitação do controle biológico. Se existem viabilidade econômica e eficácia no método, existe também o estímulo para o agricultor usar o insumo biológico (LOPES, 2009). O benefício que se espera do tratamento biológico deve ser compatível com o custo ou investimento no método. Neste sentido deve-se levar, além da ação direta do produto sobre o patógeno, o fato dos produtos biológicos serem biodegradáveis e não causarem desequilíbrios ao serem comparados com agrotóxico (LOPES, 2009).

Em relação ao custo-benefício, é importante ressaltar que o agricultor deve estar atento a informações sobre empresas que atuam no mercado e seus produtos, dando preferência a produtos registrados de empresas do setor. O aumento da demanda por produtos biológicos pode vir a gerar alguns produtos sem validação científica, sem parcerias com universidades

e com baixa qualidade, podendo comprometer a qualidade dos biocontroladores (MORANDI & BETTIOL, 2009). Para os produtores que desejam utilizar o biocontrolador, é recomendável que obtenham informações das empresas que comercializam produtos biológicos, como concentração, viabilidade e nível de contaminação do produto.

Existe em torno de 50 produtos a base de *Trichoderma* comercializados no mundo. Para uma boa eficiência, é necessário que estejam viáveis e com concentração adequada, a exemplo de produtos inoculantes, que também são compostos por microrganismos vivos (POMELLA, 2009).

A vantagem de um produto biológico no controle de doenças radiculares é a diminuição no uso de agrotóxicos, entretanto, a realidade referente a problemas na produção e comercialização, as facilidades dos produtos agroquímicos relacionados a custos reduzidos de produção e a prolongada vida de prateleira, faz com que haja resistência por parte dos consumidores, na utilização visando o manejo integrado em grandes culturas como a soja.

Em relação às alternativas que possam colaborar na redução do uso de agrotóxicos, a continuidade no uso de *Trichoderma*, pode reduzir o número de aplicações de fungicidas químicos e até mesmo a sua eliminação. Esta afirmação depende das condições do ambiente, severidade da doença na área e de outras técnicas de manejo empregadas.

4 CONCLUSÕES

A utilização de produtos que atuam exercendo um controle biológico de microrganismos patogênicos é uma realidade no manejo integrado de doenças de várias culturas. Nesse cenário, inclusive no aspecto comercial, destaca-se a produção de biocontroladores à base de espécies de *Trichoderma*, que estão sendo propostos como mais uma ferramenta no controle de fitopatógenos em alternativa ou em combinação com fungicidas químicos em diversos sistemas de produção, uma vez que a combinação de métodos de controle com o objetivo de reduzir a intensidade das doenças radiculares pode resultar num aumento de produtividade sem interferir no meio ambiente de forma negativa.

Pelo fato de doenças radiculares serem de difícil controle, já que fitopatógenos habitantes de solo são adaptados ao seu nicho e alguns fungicidas apresentam eficiência reduzida, práticas como tratamento de sementes a base de produtos formulados com o antagonista *Trichoderma*

nos primeiros plantios de soja, tendem a preservar a sanidade do solo além de tornar hostis os patógenos fúngicos.

No panorama atual da cultura da soja, existe um potencial para uso de biocontroladores a base de espécies de *Trichoderma*, no controle de doenças radiculares; como podridões, fusarioses e rizoctonioses, a exemplo do uso em outras culturas como feijoeiro.

Outra técnica que pode ser utilizada é a incorporação do biocontrolador na resteva de culturas que antecedem a soja, com o intuito de diminuir o inoculo de fungos, além do que, solos com matéria orgânica incorporada contribuem para o aumento da população de *Trichoderma* spp, favorecendo a competição com outros fungos que não possuem esta capacidade.

Dentro deste contexto, é importante lembrar que com controle biológico não se deve esperar o controle total ou erradicação de fitopatógenos, mas sim a manutenção da população em níveis suficientes para não provocar danos econômicos à cultura. Sendo assim, infere-se que o controle biológico pode ser visto como um dos componentes do sistema integrado de controle de doenças radiculares em soja.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRIOS, G.N. **Plant Pathology**. 5 ed. Elsevier. Academic Press: San Diego, 2004. 922 p.

ALMEIDA, A.M.R et al. **Doenças da soja** (*Glycine max* L.) In: BERGAMIN FILHO, A.; KIMATI, H.; AMORIM, L. (Eds.) **Manual de Fitopatologia** - Doenças das Plantas Cultivadas. 3. ed. São Paulo, SP : [s.n.], 1997. v. 2, p. 642-664.

ÁVILLA, Z.R.; CARVALHO, S.S.; BRAÚNA, L.M.; GOMES, D.M.P.A.; MELLO, S.C.M. **Seleção de isolados de *Trichoderma* spp. antagônicos a *Sclerotium rolfsii* e *Sclerotinia sclerotiorum***. Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2005. 30 p. (Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 117).

BEBENDO, I.P. Classificação de doenças. In: BERGAMIN FILHO, A.; KIMATI, H.; AMORIM, L. (Eds.) **Manual de Fitopatologia** - Princípios e Conceitos. 3. ed. São Paulo, SP : [s.n.], 1995. v. 1, p. 805-858.

BETTIOL, W. (Org). **Controle biológico de doenças de plantas**. Jaguariúna : Embrapa Meio Ambiente, 1991.

CARVALHO FILHO, M. R.; MELLO, S. C. M. de; SANTOS, R. P. dos; MENÊZES, J. E. **Avaliação de isolados de *Trichoderma* na promoção de crescimento, produção de ácido indolacético in vitro e colonização endofítica de mudas de eucalipto**. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2008. 16 p. (Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 226).

COSTAMILAN, L.M. **O sistema plantio direto e a doenças de soja e de feijão na Região Sul do Brasil**. (Documentos Online. Embrapa Trigo, 1) 1999. Disponível em:

<http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/p_do01.htm>. Acesso em: 15 out. 2009.

CRISPINO, C. C. et al **Adubação Nitrogenada na Cultura de Soja**. Londrina: Embrapa Soja, 2001. 6p. (Embrapa Soja. Comunicado Técnico, 75).

EMBRAPA SOJA. **Tecnologias de Produção de Soja Região Central do Brasil 2009/2010**. Londrina: Embrapa soja, 2008. 262 p. (Sistemas de produção, 13). Disponível em: <<http://www.cnpsa.embrapa.br/download/tecnol2009.pdf>> Acesso em: 01 nov. 2009

ETHUR, L.Z. **Dinâmica populacional e ação de *Trichoderma* no controle de fusariose em mudas de tomate e pepineiro**. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2006

FAO. **Previsão da safra 2009 / 2010**. Disponível em: <<https://www.fao.org.br/download/ps200910.pdf>> Acesso em: 15 out. 2009

KIMATI, H. et al (Eds.). **Manual de Fitopatologia - Doenças das Plantas Cultivadas**. 3.ed. São Paulo, SP : [s.n.], 1997. p. 774 p.

LIMA, D. et al **A produção integrada de soja**. Londrina: Embrapa Soja, 2008. 8 p. (Circular Técnica, 64).

LOPES, R. B. A Indústria no Controle Biológico: Produção e Comercialização de Microrganismos no Brasil. In: BETTIOL, W.; MORANDI, M. A. B. (Eds). **Biocontrole de doenças de plantas: Uso e perspectivas**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2009. Cap 2. p. 15-28.

LUZ, W. C. da. Controle biológico das doenças na espermosfera. In: BETTIOL, W. **Controle biológico de doenças de plantas**. Jaguariúna: Embrapa-CNPDA, 1991. Cap.3, p.25-31. (Embrapa-CNPDA. Documentos, 15).

MARIANO, R. L. R. et al Biocontrole de doenças de plantas. In: SEMANA DA FITOSSANIDADE, Recife, 2000. **Livro de palestras e mini cursos: desafios no manejo integrado de pragas e doenças** Recife: UFRPE, 2000. 247p.

MARIANO, R. L. R.; SILVEIRA, E. B. ; GOMES, A.M.A. Controle biológico de doenças radiculares. In: MICHEREFF, S. J.; ANDRADE, D. E. G. T.; MENEZES, M. (Eds). **Ecologia e manejo de patógenos**

radiculares em solos tropicais. Recife : UFRPE. Imprensa Universitária, 2005. 398 p.

MELO, I. S. *Trichoderma* e *Gliocladium* como protetores de plantas. **Revisão Anual de Patologia de Plantas.** Passo Fundo, v.4 p. 261-295, 1996.

MICHEREFF, S. J.; BARROS, R. **Proteção de plantas na agricultura sustentável** Recife : UFRPE. Imprensa Universitária, 2001. 368 p.

MICHEREFF, S. J.; ANDRADE, D. E. G. T.; PERUCH, L. A. M.; MENEZES, M. Importância dos patógenos e doenças radiculares em solos tropicais. In: MICHEREFF, S. J.; ANDRADE, D. E. G. T.; MENEZES, M. (Eds). **Ecologia e manejo de patógenos radiculares em solos tropicais.** Recife : UFRPE. Imprensa Universitária, 2005. 1-18p.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **AGROFIT – Sistema de agrotóxicos fitossanitários.** Disponível em: <http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons> Acesso em: 4 nov. 2009.

OLIVEIRA, T.A.S.; CARVALHO, D.D.C.; MELLO, S.C.M. **Avaliação da atividade antagônica in vitro de isolados de *Trichoderma* sp. para biocontrole de *Sclerotinia sclerotiorum*.** (Comunicado Técnico, 177). Brasília, DF. Disponível em: <http://www.cenargen.embrapa.br/publica/trabalhos/ct2008/cot177_08_08.pdf>. Acesso em: 28 set. 2009.

PAULA JUNIOR, T.J. et al Sensibilidade de *Trichoderma* sp. a fungicidas utilizados na cultura do feijão. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FITOPATOLOGIA TROPICAL PLANT PATHOLOGY, 42., Rio de Janeiro, 2009. [**Anais...**]: controle biológico. Rio de Janeiro, 2009. Publicado em Tropical Plant Pathology, v.34(supl.), 2009.

POMELLA, A. W. V.; Ribeiro, R. T. S. Controle Biológico com *Trichoderma* em grandes culturas – Uma visão empresarial IN: **Biocontrole de doenças de plantas: Uso e perspectivas.** Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2009. p.240 -244.

RIBAS, P .P. et al Toxicidade de princípios ativos de fungicidas comerciais sobre *Trichoderma* spp. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FITOPATOLOGIA TROPICAL PLANT PATHOLOGY, 42. Rio de Janeiro, 2009. [**Anais...**]: controle biológico. Rio de Janeiro, 2009. Publicado em Tropical Plant Pathology, v.34(supl.), 2009

RIBAS, P .P.; PAZ, I.C.P.; SANTIN, R.C.M.; GUIMARÃES, A.M.; SILVA, M.E.; MATSUMURA, A.T.S. Efeito de princípios ativos de fungicidas no antagonismo de *Trichoderma* spp. sobre *Fusarium oxysporum* f.sp. *phaseoli*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FITOPATOLOGIA TROPICAL PLANT PATHOLOGY, 42. Rio de Janeiro, 2009. [**Anais...**]: controle biológico. Rio de Janeiro, 2009. Publicado em Tropical Plant Pathology, v.34(supl.), 2009

REIS, E.M.; BEZERRA, R.; SCHEER, O.; MORAES, N.L.M.; CARDOSO, C.A. Manejo das podridões radiculares. In: REIS, E.M. **Doenças na cultura da Soja**. Passo Fundo: Aldeia Norte Editora, 2004. 128p.

REIS, A.; OLIVEIRA, S.M.A.; MENEZES, M. MARIANO, R.L. Potencial de isolados de *Trichoderma* para o biocontrole da murcha de fusarium do feijoeiro. **Summa Phytopathologica**, Recife, v.21, n.1, p.16-20, 1995.

ROMEIRO, R. S. **Controle biológico de doenças de plantas: Fundamentos**. Viçosa: Ed. UFV, 2007. 269 p.

SANTIN, R.C.M. **Potencial do uso de fungos *Trichoderma* spp. e *Paecylomyces lilacinus* no biocontrole de *Meloydogine incognita* em *Phaseolus vulgaris***. 2008. Tese(Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.

SEGALIN, M. **Efeito da rotação de culturas sobre a emergência de plântulas, incidência de podridões radiculares e rendimento de grãos de soja**. Ano? Dissertação (Mestrado - Fitopatologia) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2007.

SUMIDA, C.H.; ORSINI, I.P.; FRANCISCHETTI, G; HOMECHIN, M.; SANTIAGO, D.C. Eficiência da aplicação de *Trichoderma* sp. na sobrevivência de *Sclerotinia sclerotiorum* em solo de cultivo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FITOPATOLOGIA TROPICAL PLANT PATHOLOGY, 42. Rio de Janeiro, 2009. [**Anais...**]: controle biológico. Rio de Janeiro, 2009. Publicado em Tropical Plant Pathology, v.34(supl.), 2009.

TEIXEIRA, H. et AL. Eficiência de produtos comerciais à base de *Trichoderma* spp. no controle da podridão-radicular do feijoeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FITOPATOLOGIA TROPICAL

PLANT PATHOLOGY, 42. Rio de Janeiro, 2009. [**Anais...**]: controle biológico. Rio de Janeiro, 2009. Publicado em Tropical Plant Pathology, v.34(supl.), 2009.

TOLEDO-SOUZA, E.D. et al Sistemas de cultivo, sucessões de culturas, densidade do solo e sobrevivência de patógenos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.43, p.971-978, 2008.

TORRES, J.B. ;MICHEREFF, S.J. **Desafios no manejo integrado de pragas e doenças**. Recife: UFRPE, 2000. 247 p.

VALDEBENITO-SANHUEZA, R.M. Possibilidades do controle biológico de Phythophthora em macieira. In: BETTIOL, W. (Ed) **Controle Biológico de Doenças de Plantas**. Jaguariúna : Embrapa-CNPMA, 1991. p 303-305.

YORINORY, J. T. **Doenças fúngicas e anomalias da soja**. Londrina: Embrapa. CNPS, 2000.