

UNIVERSIDADE DE PASSO FUNDO
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

**EFEITO DA ROTAÇÃO DE CULTURAS SOBRE A
EMERGÊNCIA DE PLÂNTULAS, INCIDÊNCIA DE
PODRIDÕES RADICULARES E RENDIMENTO DE
GRÃOS DA SOJA**

MARIVANE SEGALIN

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Passo Fundo, para obtenção do título de Mestre em Agronomia – Área de concentração em Fitopatologia.

Passo Fundo, Março de 2007

UNIVERSIDADE DE PASSO FUNDO
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

**EFEITO DA ROTAÇÃO DE CULTURAS SOBRE A
EMERGÊNCIA DE PLÂNTULAS, INCIDÊNCIA DE
PODRIDÕES RADICULARES E RENDIMENTO DE
GRÃOS DA SOJA**

MARIVANE SEGALIN

Orientador: Prof. Ph.D Erlei Melo Reis

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Passo Fundo, para obtenção do título de Mestre em Agronomia – Área de concentração em Fitopatologia.

Passo Fundo, Março de 2007

Aos meus pais queridos, Osmar e Idalina,
pelo exemplo de vida, força, dedicação e amor.

DEDICO E OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

A DEUS, pela constante presença.
Afinal, nada acontece por acaso e só as coisas boas me acontecem.

Ao meu Orientador, Dr. Erlei Melo Reis, pela orientação, incentivo,
palavras positivas e acima de tudo pela amizade.
O senhor é inesquecível.

Aos meus pais, Osmar e Idalina, pela incansável dedicação,
força, apoio e acima de tudo pelo amor.

Aos meus irmãos, Enio e Sedilei,
minhas cunhadas, Patrícia e Morgana,
meus sobrinhos, Artur, Milena e Eduardo
por serem meu porto seguro.

Ao meu namorado, Aldir Segalim,
Pelo amor, incentivo, paciência e compreensão.

Ao meu tio, João.

À CAPES, pela bolsa de estudos concedida.

Ao Curso de Pós-Graduação em Agronomia, Professores e Funcionários,
pelo auxílio e dedicação.

À Banca Examinadora,
Dr. Ariano Moraes Prestes e Dr. João Leodato Maciel.

À Cinara Cardoso e ao Paulo Tironi,
Pela colaboração no trabalho e principalmente por serem meus Grandes
Amigos.

Aos principais colaboradores ao desenvolvimento deste trabalho:
Tiago Zanatta, Ricardo Brustolin, Luciano Remor, Rudinei Bogorni,
Douglas Baruffi e Mateus Zanatta.

Aos demais estagiários do Laboratório de Fitopatologia:
Giovani Reginato, Fernando Brustolin, Diego Strack, Henrique Maldaner,
Thomás Kazmirski, Jorge Luiz de Quadros Junior e Fernando Dessoy.

Às colegas de Mestrado, Mirella Almeida e Roseana Stolte, meus anjos
em pessoa.

Às grandes amigas decorrentes do curso de Pós-Graduação, Marta M.C.
Blum, Rubens Blum, Sandra Zoldan, Gisele Arduin, Éder Moreira, Deise
da Costa, Fábio Benin, Eduardo Meggiolaro, Francieli Vieira, Franciely
Moschen, Ariane Lanzarini, Maurício Kobiraki, Fernando Martins.

Aos amigos que sempre me apóiam,
Rudmar Dall'Agnol, Rocheli de Souza, Gisela Borges de Mattos, Nara
Lúcia M. Moraes, Janaine Grassi, Fernanda Strapasson, César
Kolbelnilki, Cristiane Gardiano, Émerson Limberger, Marcelo Silva.

À Bibliotecária da Embrapa-Trigo, Rosana Vieira Lopes, pelo auxílio nas
atividades de busca bibliográfica.

A todas as pessoas que ou pela amizade ou pela dedicação, contribuem à
minha formação profissional e pessoal.

Em especial, ao Dr. Ottoni de Souza Rosa,
Pelo primeiro e forte incentivo à realização deste curso e pela Honrosa
Amizade.

Muito Obrigada!

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE FIGURAS	viii
LISTA DE TABELAS	ix
RESUMO	11
ABSTRACT	13
1 INTRODUÇÃO	15
2 REVISÃO DE LITERATURA	17
2.1 Importância econômica da cultura da soja	17
2.2 Fatores limitantes da produção de grãos de soja	20
2.2.1 Doenças como fator limitante da produção de grãos de soja .	24
2.2.1.1 Doenças relacionadas à emergência de plântulas de soja .	26
2.2.1.2 Doenças relacionadas à procura e absorção de água e	
nutrientes	27
2.2.1.2.1 Podridão cinzenta da raiz da soja.....	29
2.2.1.2.2 Podridão vermelha da raiz da soja	33
2.2.1.2.3 Rizoctoniose ou morte em reboleira	34
2.2.1.2.4 Podridão de fomopsis	36
2.3 Estratégias de controle das podridões radiculares	41
2.3.1 Desenvolvimento da supressividade	43
3 MATERIAL E MÉTODOS	47
3.1 Local	47
3.2 Culturas de inverno	48
3.2.1 Semeadura e tratos culturais	49
3.2.2 Avaliações	51
3.2.2.1 Quantificação dos restos culturais de inverno	51
3.2.2.2 Quantificação de corpos de frutificação de fungos nos	
restos culturais	52
3.3 Culturas de verão	53
3.3.1 Semeadura e tratos culturais	54
3.3.2 Avaliações	55
3.3.2.1 Quantificação de emergência de plântulas	55

3.3.2.2	Quantificação da incidência de podridões radiculares	56
3.3.2.3	Quantificação de rendimento de grãos	56
3.3.2.4	Quantificação do período de decomposição dos restos culturais da soja	57
3.3.2.5	Identificação e quantificação dos fungos patogênicos envolvidos com a podridões radiculares da soja	57
3.4	Delineamento experimental e análise estatística	59
3.5	Dados climáticos	60
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	60
4.1	Quantificação dos restos culturais de inverno	60
4.2	Quantificação de corpos de frutificação de fungos	67
4.3	Emergência de plântulas de soja	72
4.4	Incidência das podridões radiculares	76
4.5	Rendimento e seus componentes.....	81
4.6	Quantificação do período de decomposição dos restos culturais da soja	88
4.7	Identificação dos fungos patogênicos envolvidos com as podridões radiculares da soja	92
4.8	Dados climáticos	96
5	CONCLUSÕES	99
	CONSIDERAÇÕES FINAIS	99
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	100

LISTA DE FIGURAS

Figura		Página
1	Esquema de plantio para as culturas de inverno. UPF/Passo Fundo-RS - Safra 2005	49
2	Esquema de plantio para as culturas de verão. UPF/Passo Fundo – RS- Safra 2005/06	54
3	Massa de restos culturais de coberturas de inverno. UPF/Passo Fundo –RS- Safra 2005	61
4	Massa de restos culturais de coberturas de inverno. UPF/Passo Fundo –RS- Safra 2006	62
5	Decomposição dos restos culturais da soja sob condições de campo em recipientes de tela plástica. UPF/Passo Fundo-RS – Safra 2006/07	88

LISTA DE TABELAS

Tabela		Página
1	Número de peritécios de <i>Giberella zeae</i> e acérvulos de <i>Colletotrichum graminicola</i> sobre restos culturais de cereais de inverno da na safra de 2005. Passo Fundo-RS	67
2	Número de peritécios de <i>Giberella zeae</i> e acérvulos de <i>Colletotrichum graminicola</i> sobre restos culturais de cereais de inverno da na safra de 2006. Passo Fundo-RS	68
3	Efeito das culturas de inverno, do pousio, da monocultura e da rotação de culturas, sobre a emergência de plântulas de soja. UPF/Passo Fundo –RS- Safra 2005/06	73
4	Efeito das culturas de inverno, do pousio, da monocultura e da rotação de culturas, sobre a emergência de plântulas de soja. UPF/Passo Fundo –RS- Safra 2006/07	74
5	Incidência (%) de podridões radiculares da soja em diferentes sistemas de cultivo. UPF/Passo Fundo – RS- Safra 2004/05	77
6	Incidência (%) de podridões radiculares da soja em diferentes sistemas de cultivo. UPF/Passo Fundo – RS- Safra 2005/06	78
7	Efeito de diferentes sistemas de cultivo sobre o rendimento de grãos de soja kg.ha ⁻¹ . UPF/Passo Fundo – RS - Safra 2004/05	82
8	Efeito de diferentes sistemas de cultivo sobre o peso de mil grãos. UPF/Passo Fundo – RS - Safra 2004/05.....	83
9	Efeito de diferentes sistemas de cultivo sobre o rendimento de grãos de soja. UPF/Passo Fundo – RS - Safra 2005/06	84
10	Efeito de diferentes sistemas de cultivo sobre o peso de mil grãos soja. UPF/Passo Fundo – RS - Safra 2005/06	85
11	Incidência (%) de fungos isolados em meio de ¼ BDA, do sistema radicular de plantas de soja com podridão radicular. Passo Fundo-RS – Safra 2004/05	92
12	Incidência (%) de fungos isolados em meio de ¼ BDA+ Iprodiona, do sistema radicular de plantas de soja com podridão radicular. Passo Fundo-RS – Safra 2004/05	93

13	Incidência (%) de fungos isolados em meio de Água-Ágar, do sistema radicular de plantas de soja com podridão radicular. Passo Fundo-RS – Safra 2004/05	93
14	Incidência (%) de fungos isolados em meio de Farinha de Milho – Ágar, do sistema radicular de plantas de soja com podridão radicular. Passo Fundo-RS – Safra 2004/05.....	94

EFEITO DA ROTAÇÃO DE CULTURA SOBRE A EMERGÊNCIA DE
PLÂNTULAS, INCIDÊNCIA DE PODRIDÕES RADICULARES E
RENDIMENTO DE GRÃOS DE SOJA

MARIVANE SEGALIN¹, ERLEI MELO REIS²

RESUMO – Algumas práticas culturais tem potencial de redução da incidência de podridões radiculares na cultura da soja. O objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos de culturas de inverno (aveia, azevém, ervilhaca, nabo forrageiro e trigo) da monocultura, da rotação de culturas e do pousio sobre a emergência de plântulas, incidência de podridões radiculares (PR) e rendimento de grãos da soja. O experimento foi conduzido no campo experimental da FAMV/UPF, nas safras 2004/2005, 2005/2006 e 2006/2007. O delineamento experimental foi de blocos casualizados com quatro repetições. Demonstrou-se que o solo da área experimental apresenta supressividade aos fungos que causam podridão de sementes e morte de plântulas. Por outro lado, numa safra (2005/2006) houve efeito significativo do cultivo do azevém, da ervilha, do nabo forrageiro e do trigo na redução da incidência das PR da soja. Na média geral, houve

¹Bióloga, Mestranda do Programa de Pós Graduação em Agronomia (PPGAGRO) da Universidade de Passo Fundo (UPF), Área de Concentração em Fitopatologia.

²Orientador, Eng. Agr., M. Sc., Ph.D., Professor de Fitopatologia da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária (FAMV) da UPF.

redução da incidência das PR da soja pela sua rotação com o milho nas duas safras. Quanto ao rendimento de grãos, no tratamento no qual a soja foi cultivada após dois cultivos sucessivos de milho, obteve-se o melhor resultado, com 2161,6 Kg.ha⁻¹ na safra de 2004/2005 e 3.315,9 Kg.ha⁻¹ na safra de 2005/2006, em comparação com os tratamentos soja em monocultura com rendimento de 1963,9 Kg.ha⁻¹ e 2.908,2 Kg.ha⁻¹ respectivamente, e o tratamento soja cultivada após um cultivo de milho com rendimento de 1936,6 Kg.ha⁻¹ e 3.148,0 Kg.ha⁻¹ respectivamente. Não houve diferença estatística em relação aos efeitos das culturas de cobertura de inverno sobre a incidência das PR. Os principais fungos envolvidos com as podridões radiculares foram *Fusarium* spp, *Macrophomina phaseolina*, *Phomopsis* sp. e *Rhizoctonia solani*.

Palavras Chave: *Glycine max*, fungos infectantes de raízes, práticas culturais.

EFFECT OF CROP ROTATION AND SUCCESSION ON SEEDLING
EMERGENCE, ROOT ROT INTENSITY AND ON SOYBEAN YIELD

MARIVANE SEGALIN¹, ERLEI MELO REIS²

ABSTRACT – Cultural practices have the potential to reduce the incidence of root rot in soybean crop. The goal of the present work was to assess the effects of winter crops (oats, ryegrass, peas, rape and wheat), monoculture, crop rotation and, winter fallow on the incidence of root rots (RR) and grain yield in soybeans. The trials were carried out in the experimental field of Faculdade de Agronomia and Medicina Veterinária, in the 2005/2006 and 2006/2007 growing seasons. A randomized block with four replications was used as experimental design. It was shown that the soil of the experimental field may be considered suppressive to the fungi causing seed rot and seedling blight in soybeans. On the other hand, in the 2005/2006 growing season there was significant effect of ryegrass, peas, rape and wheat in the reduction of RR incidence. In the over all mean there was reduction of RR incidence by soybean rotation with corn. Regarding to grain yield, in the treatment in which soybean was cultivated after two repeated corn crops, was the highest, with 2,161.6 Kg.ha⁻¹ in the 2004/2005 growing season and 3,315.9 Kg.ha⁻¹ in the 2005/2006 season, in comparison with the treatments of soybean cultivated in monoculture yielding 1,963.9 Kg.ha⁻¹ and 2,908.2 Kg.ha⁻¹ respectively, and the treatment of soybean cultivated after one con crop

with 1,936.6 Kg.ha⁻¹ and 3,148,0 Kg.ha⁻¹ respectively. There was no statistical difference in relation to the winter crops on the soybean RR incidence. *Fusarium* spp, *Macrophomina phaseolina*, *Phomopsis* sp. e *Rhizoctonia solani* were the main fungi isolated from the soybean roots.

Key words: *Glycine max*, root infecting fungi, cultural practices.

1 INTRODUÇÃO

Em agricultura, o maior desafio mundial está em produzir alimentos suficientes para suprir a necessidade de uma população humana crescente. Devido a limitação de recursos naturais e de área produtiva, procura-se cada vez mais, manter a produção compatível com a demanda.

Dentre as culturas de grande importância ao agronegócio, a soja ocupa lugar de destaque, devido a sua importância nutricional e por ser a principal fonte de farelo e óleo vegetal comestível.

No entanto, segundo Reis (2004), ao lado da expansão da cultura da soja, constata-se paralelamente o aumento na intensidade de doenças conhecidas há muito tempo, além do surgimento de novos problemas fitopatológicos na cultura. A conjugação de fatores como monocultura em plantio direto, população elevada de plantas, superior ao recomendado pela pesquisa, desequilíbrios nutricionais do solo e planta, o clima favorável e a indisponibilidade de cultivares com níveis satisfatórios de resistência ao complexo de doenças desta leguminosa, tem sido apontado como causa do aumento na intensidade das doenças.

Entre as doenças desta cultura merecem destaque às envolvidas com as podridões radiculares causadas por *Fusarium solani* f. sp. *Glycines* (Mart.) Sacc., *Macrophomina phaseolina* (Tass) Goid e *Rhizoctonia solani* Kuhn. As podridões radiculares representam o grupo de doenças de controle mais difícil.

Tentativas têm sido feitas visando ao controle deste complexo de doenças principalmente pelo desenvolvimento de cultivares resistentes. Por outro lado, no Brasil poucos trabalhos foram publicados referentes ao seu controle por práticas culturais como a rotação de culturas.

Apesar destas doenças serem freqüentes na maioria das lavouras, em algumas situações a(s) doença(s) não ocorre ou está presente em baixa intensidade de modo a não causar dano. A resposta para este fato observado pode ser conseguida em lavouras com ocorrência natural da supressividade do solo.

O sistema de plantio direto é hoje uma prática consagrada e que não se sustenta sem a rotação de culturas. Sabe-se que, pela presença de restos culturais, a ocorrência de doenças é maior quando comparada ao sistema de plantio convencional que, pela movimentação do solo, elimina a fonte de alimento de muitos parasitas necrotróficos.

Outra possibilidade de controle das podridões radiculares, principalmente, das causadas por fungos com habilidade de competição saprofítica, é o desenvolvimento da supressividade do solo. A supressividade do solo pode ser desenvolvida pelo cultivo de diferentes substratos, envolvendo espécies vegetais de inverno e de verão, num programa de rotação de culturas, em plantio direto que, ao ser introduzida em lavouras com o problema, pode promover a redução dos danos causados pelas podridões radiculares, independentes do tamanho da propriedade agrícola.

A supressividade natural do solo ocorrente em algumas lavouras é o mecanismo responsável pela manutenção das podridões radiculares da soja em intensidade que não cause danos econômicos. Em lavouras com solo supressivos, a germinação e emergência de plântulas de soja ocorrem em percentual maior do que nas com solo condutivos. O princípio de controle de doenças radiculares pela supressividade pode ser aplicado a qualquer patossistema.

Pesquisadores, assistência técnica e produtores estão preocupados com a ocorrência e danos causados pelas podridões de raízes da soja e, principalmente, pela inexistência de cultivares resistentes juntamente com a pouca disponibilidade de outras estratégias para o seu controle.

Por isso, este trabalho enfatiza o manejo integrado de doenças usando fundamentos agro-ecológicos para o controle de doenças que causam danos elevados e de difícil controle.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Importância econômica da cultura da soja

O agronegócio brasileiro enfrenta o desafio de crescer de modo competitivo e sustentável, para atender a demanda interna, conquistar e manter espaço no mercado externo, fornecendo produtos e

processos de qualidade, com sustentabilidade e a preços competitivos (CARDOZO MUNOZ & MAUCH PALMEIRA, 2006).

O agronegócio tem aumentado sua participação no comércio global do Brasil, atingindo 41% das exportações brasileiras em 2002 com 24,84 bilhões de dólares exportados e saldo de 20,34 contra saldo negativo de 7,2 bilhões de dólares dos demais produtos da economia (GASSEN & BORGES, 2004).

O Brasil ocupa lugar de destaque no cenário do agronegócio mundial do complexo soja, como grande produtor e exportador tendo características de grandes propriedades constituindo-se na maior cultura nacional em termos de área (CARDOZO MUNOZ & MAUCH PALMEIRA, 2006), atingindo 22.229,3 ha na safra de 2006/07, apesar da redução de área de 1.648,8 ha em relação à safra de 2005/06 (CONAB, 2007).

O Brasil possui área com potencial para o cultivo equivalente a atual área destinada ao cultivo de soja existente no país, já os Estados Unidos e a Argentina possuem limites para expansão da área cultivada, isso pode ser considerado uma vantagem competitiva que o Brasil tem perante os demais produtores, podendo assim dobrar a atual produção com totais condições de se tornar líder tanto na produção do produto quanto na sua exportação. Portanto pode-se deduzir da importância do complexo soja para a economia brasileira nos próximos anos (CARDOZO MUNOZ & MAUCH PALMEIRA, 2006).

Na composição do agronegócio, o complexo soja lidera com 6 bilhões de dólares exportados em 2002, representando 25% do setor, onde o grão atingiu 3,03 bilhões de dólares, o farelo com 2,2 bilhões e o óleo com 778 bilhões de dólares (GASSEN & BORGES, 2004).

Na safra 2005/06 foram colhidas 53,4 milhões de toneladas de soja, superando a safra anterior em 3,8% (2,0 milhões de toneladas), devido ao ganho de 8,8% na produtividade, em razão das condições climáticas favoráveis, que compensou a perda de 4,6% na área plantada (CONAB, 2007).

No Rio Grande do Sul, a produção de soja chegou a 14,1% em relação ao total colhido no país, sendo o terceiro estado com maior produção de soja (CONAB, 2007).

A safra brasileira de grãos para o ciclo 2006/07 será de 126,5 milhões de toneladas. O resultado é o melhor da história e representa um crescimento de 3,3 milhões/t (2,7%) sobre a safra de 2002/03, tida até então como a maior do país. Quando comparada à safra anterior (120,8 milhões/t), o aumento é de 5,7 milhões/t (4,7%) (CONAB, 2007).

As boas condições climáticas são o principal fator para a produção recorde, que na atual temporada vem favorecendo, principalmente, a cultura de soja. Esta terá um aumento de 2,9 milhões/t (5,4%), saindo de 53,4 milhões/t da safra anterior para 56,3 milhões/t (CONAB, 2007).

2.2 Fatores limitantes da produção de grãos de soja

O potencial de rendimento da soja, segundo Casa & Reis (2004), pode ser afetado por diversos fatores, entre os quais, destaca-se a fertilidade do solo, disponibilidade hídrica, população de plantas, época da semeadura, potencial produtivo da cultivar e pelo ataque de agentes nocivos como plantas daninhas, pragas e doenças.

Em se tratando de fertilidade do solo, um dos fatores limitantes à produtividade é a acidez do solo, tornando necessário à correção com uso de calcário (ROSSATO et al., 2007).

No que se refere à disponibilidade hídrica da cultura da soja, menciona-se que a disponibilidade de água é importante, principalmente, em dois períodos de desenvolvimento da soja: germinação-emergência e floração-enchimento de grãos. Durante o primeiro período, tanto o excesso quanto o déficit de água são prejudiciais à obtenção de uma boa uniformidade na população de plantas. A semente de soja necessita absorver, no mínimo, 50% de seu peso em água para assegurar boa germinação. Nessa fase, o conteúdo de água no solo não deve exceder a 85% do total máximo de água disponível e nem ser inferior a 50% (EMBRAPA INFORMÁTICA, 2007a).

A necessidade de água na cultura da soja vai aumentando com o desenvolvimento da planta, atingindo o máximo durante a floração-enchimento de grãos (7 a 8 mm/dia), decrescendo após esse período. Déficits hídricos expressivos, durante a floração e o enchimento de grãos,

provocam alterações fisiológicas na planta, como o fechamento estomático e o enrolamento de folhas e, como consequência, causam a queda prematura de folhas e de flores e abortamento de vagens, resultando, por fim, em redução do rendimento de grãos (EMBRAPA INFORMÁTICA, 2007a).

A necessidade total de água na cultura da soja, para obtenção do máximo rendimento, varia entre 450 a 800 mm/ciclo, dependendo das condições climáticas, do manejo da cultura e da duração do ciclo (EMBRAPA INFORMÁTICA, 2007a).

Em relação à população de plantas, França Neto & Krzyzanowski (2004) afirmam que o fator básico que mais contribui para assegurar o sucesso da produção e da obtenção de altas produtividades da lavoura é o estabelecimento de uma lavoura com a população de plantas adequada.

Pires et al. (2000), enfatiza que a redução no espaçamento de 40 para 20 cm proporciona maior potencial de rendimento, principalmente no início do enchimento de grãos, possibilitando a obtenção de rendimento elevado se as condições de solo e meteorológicas forem favoráveis.

Segundo Pires et al. (2000), a soja apresenta características de alta plasticidade, ou seja, capacidade de se adaptar às condições ambientais e de manejo, por meio de modificações na morfologia da planta e nos componentes do rendimento. A forma com que tais modificações ocorrem pode estar relacionada com fatores como a

fertilidade do solo, população de plantas e espaçamento entre linhas, sendo importante suas interações para conhecer qual o arranjo conjunto dessas práticas traria respostas mais favoráveis no rendimento da lavoura.

Portanto, o uso de adubação elevada, população de plantas adequada (40 plantas.m⁻²) e espaçamento estreito (20 cm), de forma combinada, poderiam levar à obtenção de maiores potenciais de rendimento, como sugere Pires et al. (2000).

Segundo Moraes (2004), a presença e a quantidade de restos culturais remanescentes sobre o solo após a colheita, podem interferir no estabelecimento da lavoura. Porém, de acordo com Saturnino e Landers (1997), a palhada representa a essência do plantio direto devido as suas múltiplas funções, que são elas: reduz as perdas de solo e água pela erosão; diminui o impacto da chuva, protegendo o solo contra a compactação e desagregação dos grumos; aumenta a capacidade de infiltração da água no solo, minimizando os escorrimentos superficiais e amenizando as enchentes; estabiliza a temperatura do solo, favorecendo os processos biológicos e a vida do solo; mantém a umidade do solo ao reduzir a evaporação; age como reciclador de nutrientes, assegurando alta atividade biológica; aumenta a matéria orgânica no perfil do solo melhorando a estrutura física do solo e ainda ajuda no controle de plantas invasoras, seja por supressão, seja por alelopatia.

Sobre época de semeadura, esta, determina a exposição da soja à variação dos fatores climáticos limitantes. Assim, semeaduras em épocas inadequadas propiciam ao aumento do ataque de patógenos

(JULIATTI et al, 2006) e podem afetar o porte, o ciclo e o rendimento das plantas e aumentar as perdas na colheita. A estatura das plantas está, também, relacionada com a população de plantas, com a cultivar utilizada e com a fertilidade do solo (EMBRAPA INFORMÁTICA, 2007b).

Segundo Embrapa Informática (2007b), em áreas mais úmidas e/ou em solos mais férteis (fertilidade natural ou construída), onde, com frequência, ocorre acamamento das plantas, a população pode ser reduzida de 20%-25% (ficando em torno de 240-260 mil plantas.ha⁻¹), quando em semeadura de novembro, para evitar acamamento e possibilitar maior rendimento.

Em semeaduras de outubro e de dezembro, é recomendável, na maioria das situações, especialmente em regiões/áreas onde a soja não apresenta porte alto, ou para cultivares que se comportam assim, mesmo na melhor época de semeadura, não reduzir a população para menos de 300 mil plantas.ha⁻¹, para evitar o desenvolvimento de lavouras com plantas de porte muito baixo. Em condições extremas, é aconselhável até aumentar para 350-400 mil plantas.ha⁻¹ (EMBRAPA INFORMÁTICA, 2007b).

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. As perdas anuais de produção por doenças são estimadas em cerca de 15% a 20%, entretanto, algumas doenças podem ocasionar perdas de quase 100% (EMBRAPA SOJA, 2006).

2.2.1 Doenças como fator limitante da produção de grãos de soja

Em função das condições climáticas e das práticas culturais utilizadas pelos produtores rurais, os danos causados pelas doenças de plantas podem ser elevados (MORAES, 2004). As doenças da cultura da soja além de ocasionar redução na quantidade contribuem para na redução da qualidade da produção. Em muitos casos, o uso de sementes com alta incidência de fungos e além deste fator, a inexistência de cultivares com resistência genética, aliado a semeadura direta em monocultivo, favorecem a ocorrência de fungos necrotróficos causadores de podridões radiculares na cultura da soja (YORINORI, 2000).

Sob condições favoráveis, doenças de final de ciclo (DFC) podem reduzir o rendimento de grãos em mais de 20%, equivalente a um dano anual de quatro milhões de toneladas de soja na produção nacional. As perdas podem ser ainda maiores se as DFC forem associadas aos danos causados por outras doenças, como o cancro da haste, a antracnose, nematóides de galhas, nematóides de cisto, podridão branca da haste entre outras (JULIATTI et al., 2006).

Outro exemplo de danos na produção da cultura da soja é a podridão vermelha da raiz (PRV) também conhecida como síndrome da morte súbita, é uma doença relativamente nova na cultura da soja, porém de grande importância, devido aos danos na produção (FREITAS et al, 2004). Segundo Rupe (1999), os danos podem variar de 20 a 80%, dependendo da cultivar e do estágio de desenvolvimento da cultura no momento de infecção. Em 1993, houve danos de 20 a 46% no rendimento da soja em áreas com alta incidência dos sintomas nos Estados Unidos (Scherf & Yang Apud FREITAS, et al, 2004).

Entre as doenças da soja, que se causam elevados danos na produção, merecem destaque às envolvidas com a germinação de sementes, com a emergência e morte de plântulas, doenças foliares, de haste e as podridões radiculares (MORAES, 2004; REIS et al., 2004a).

As podridões radiculares estão diretamente relacionadas com o rendimento das plantas. Segundo Freitas et al. (2004), a diminuição do rendimento de plantas de soja está relacionada com a velocidade de infecção da doença no sistema radicular, acarretando redução na absorção e água e nutrientes, interferindo na taxa fotossintética, afetando o florescimento e o enchimento de grãos.

2.2.1.1 Doenças relacionadas à emergência de plântulas de soja

Tanto Casa & Reis (2004) quanto Torres et al. (2004), relatam que nas últimas safras agrícolas, na Região sul do Brasil, principalmente

nos planaltos, as lavouras de soja, conduzidas em plantio direto, tem apresentado 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.

Os autores enfatizam que estes problemas se agravam quando as fazes de germinação e emergência da cultura, coincidem com longos períodos de chuvas intensas e intermitentes que encharcam o solo, diminuindo drasticamente sua aeração.

Casa & Reis (2004) complementam com a informação de que a situação agrava-se, ainda mais, se as sementes apresentam baixo vigor e se o solo possui textura argilosa. Por outro lado, segundo os autores, outra causa de estresse pode ser a ocorrência de períodos prolongados com deficiência hídrica logo após a semeadura.

Torres et al. (2004), mencionam que o dano compromete parcialmente ou toda a raiz, acarretando a morte das plantas de soja ou o menor desenvolvimento, originando com isso, lavouras com grande quantidade de falhas de plantas, portanto, sem os padrões corretos de uniformidade e população adequada de plantas.

Casa & Reis (2004), relatam que a semente de soja, durante a germinação, pode ser atacada por fungos habitantes do solo ou por aqueles veiculados pela semente. Como resultado, podem causar

apodrecimento de semente, tombamento e ou morte de plântulas, determinando emergência desuniforme e baixa população de plantas.

Segundo Goulart (2006), a semente de soja tem um importante papel no estabelecimento da lavoura, além de ser o mais importante veículo de disseminação e sobrevivência de muitos patógenos. Através das sementes esses microrganismos são introduzidos em novas áreas, sobrevivem através dos anos e se disseminam pela lavoura, como focos primários de doenças.

2.2.1.2 Doenças relacionadas à procura e absorção de água e elementos minerais

Segundo Reis et al. (2004a), as podridões radiculares (PR), em geral são consideradas as doenças de controle mais difícil e, considerando-se os danos que causam, tem recebido pouca atenção por parte dos pesquisadores. Podem, por isso, ser consideradas doenças abandonadas pelos investigadores.

No Rio Grande do Sul, tem-se observado que o uso das práticas de semeadura de soja em plantio direto (SPD) em solos com elevado teor de argila e em condições de excesso de umidade, causando compactação das paredes laterais do sulco de semeadura, está aumentando a incidência de podridões radiculares, principalmente no início do desenvolvimento da cultura. Os sintomas nas plantas são necrose da extremidade da raiz principal e, nas folhas, amarelecimento e

crestamento dos bordos, semelhante à deficiência de potássio. Das raízes, são isolados fungos dos gêneros *Fusarium* e *Rhizoctonia*, provavelmente saprófitas, aproveitando-se do estresse sofrido pelas raízes (COSTAMILAN, 1999).

Solos compactados favorecem o desenvolvimento de todas as doenças radiculares, como podridão vermelha da raiz, podridão da raiz e da haste e podridão cinza da raiz, em soja (COSTAMILAN, 1999).

Em trabalho publicado por Reis et al. (2004a) está citado *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. f.sp. *glycines* Roy, que causa podridão vermelha, como sendo os principais fungos que causam podridões radiculares em soja.

Segundo Reis et al. (2004a), entre as estratégias propostas para seu controle, destacam-se a rotação de culturas e o desenvolvimento de cultivares resistentes, principalmente para podridão negra da base da haste, causada pelo fungo *Phytophthora megasperma* var. *sojae* Hildebrand e para a podridão vermelha, causada pelo fungo *Fusarium solani* (Mart.) Sacc. f.sp. *glycines* Roy. São poucos os trabalhos conduzidos no Brasil relativos ao controle dessas doenças pela rotação de culturas.

2.2.1.2.1 Podridão cinzenta da raiz da soja

A podridão cinzenta da raiz também conhecida popularmente como podridão negra ou mancha carvão, é uma doença comumente encontrada em lavouras de soja, afetando as raízes (ALMEIDA et al., 2001). É causada pelo fungo *Macrophomina phaseolina* (Tass) Goid (SINCLAIR & BACKMAN, 1989) pertencente a classe dos Deuteromycetes, fungos que possuem micélio septado e não apresentam a fase sexuada no ciclo de vida, ordem Sphaeropsidales, que abrange os fungos imperfeitos cujos conidiosporos são formados em picnídios, família Sphaeropsidaceae, que possuem conidiosporos hialinos e unicelulares, e ao gênero *Macrophomina*, fungos que produzem microesclerócios (MENEZES & OLIVEIRA, 1993).

O fungo *M. phaseolina* é capaz de infectar raízes, hastes, folhas e frutos de diferentes espécies botânicas, sendo responsável por incitar doenças em mais de 500 culturas econômicas (SINCLAIR & BACKMAN, 1989; Wylli apud ALMEIDA et.al, 2001). Young (1949) e Songa & Hillocks apud Almeida et al. (2001), relatam que as espécies suscetíveis mais comuns no Brasil são feijão, caupi, milho, amendoim, girassol, soja, sorgo e crotalaria.

No Brasil a ocorrência desse patógeno foi relatada pela primeira vez, infectando raízes de feijão (Bitancourt apud ALMEIDA et al., 2001).

Estudos feitos na Embrapa Soja mostraram que esse fungo naturalmente encontrado tanto em solos da mata nativa quanto em solos cultivados (ALMEIDA et al., 2001).

Segundo Costamilan et al. (1999), a habilidade de competição saprofítica (HCS) de *M. phaseolina* torna possível que esse fungo permaneça viável por muito tempo em uma área de cultivo. Em trabalhos realizados em Passo Fundo, mostrou-se que foram necessários 27 meses para que os restos culturais da soja fossem totalmente decompostos e durante esse período *M. phaseolina* foi sempre recuperado desse substrato.

A persistência de fungos habitantes do solo, infectantes de raízes, na ausência de um hospedeiro ou em condições ambientais desfavoráveis é comumente prolongada pela formação de estruturas de resistência. Segundo Smith (1969), *M. phaseolina* sobrevive na forma de microescleródios escuros, multicelulares e de tamanho variável, produzidos em grande número no tecido hospedeiro infetado.

Estudos sobre a germinação de escleródios de fungos têm sido publicados em pequeno número e, em relação a *M. phaseolina*, apesar dos trabalhos já realizados sobre sua fisiologia, pouca importância tem sido dada à observação de seus microescleródios no solo (COLLINS et al., 1991).

A severidade de *M. phaseolina* tem sido associada a pelo menos dois fatores: déficit hídrico e temperatura do solo. Diversos relatos associam o déficit hídrico à infecção por *M. phaseolina*. A suscetibilidade

das plantas aumenta com o baixo potencial hídrico e a atividade dos microrganismos antagonista diminui (ALMEIDA et al., 2001).

A temperatura é um dos mais importantes fatores físicos ambientais que interferem na fisiologia dos fungos fitopatogênicos, podendo exercer uma influência direta na sobrevivência dos escleródios, devido ao seu efeito sobre a germinação, influenciando, portanto, na sobrevivência de *M. phaseolina* (LOHDA et al., 1990).

Abundante produção de microescleródios desse fungo foi produzida a temperatura de 30 °C, enquanto sua inativação térmica foi obtida em discos de celofane esterilizados a temperatura de 50 °C por um período de 2 h (DAS, 1988). Microescleródios de *M. phaseolina* sobreviveram por mais de 72 h em BDA a 45 °C, porém foram inviabilizados quando expostos à temperatura de 55 °C por 24 h, enquanto a 50 °C apenas 11% dos microescleródios permaneceram viáveis após 21 dias (SHEIK & GHAFAR, 1987).

Em relação aos sintomas nas plantas, Almeida et al. (2001), relatam que estes variam de acordo com a idade da planta, durante a infecção. Infecção durante a emergência causa lesões de coloração marrom escura, na região do colo. A infecção tende a ser mais severa se houver baixa umidade do solo e alta temperatura. As plantas infectadas ocorrem aleatoriamente, nas fileiras, devido à desuniformidade de distribuição de microescleródios no solo. As lesões podem ser confundidas com lesões causadas por *R. solani*. No entanto, as lesões de *M. phaseolina* não são profundas e nem causam estrangulamento no

hipocótilo. As plantas infectadas que sobrevivem à infecção inicial vão apresentar sintomas de amarelecimento na época de formação de vagens, similar à maturação normal. O amarelecimento é progressivo, levando à murcha. Ramos ficam caídos, ao longo das hastes, mantendo as folhas aderidas às mesmas as quais tornam-se secas e de coloração marrom escura. Nessas plantas, as raízes apresentam a epiderme solta, ou facilmente destacável, deixando à amostra pontuações negras, que são os microesclerócios.

Segundo Almeida et al. (2001), o método mais prático e econômico para controlar a podridão cinzenta seria através do uso de cultivares resistentes, embora, nenhum genótipo com resistência à essa doença tenha sido identificado.

Uma alternativa de controle poderia ser através do uso da rotação de culturas, no entanto esse fungo é polífago, capaz de infectar centenas de espécies vegetais, além de ser capaz de sobreviver e multiplicar em restos de cultura, tornando essa prática inútil (ALMEIDA et al., 2001).

Portanto, através do manejo de cultura é possível promover um ambiente inadequado para o desenvolvimento do patógeno (KENDING et al., 2000) ou favorecer organismos antagonistas através de rotação de culturas (Vilich apud ALMEIDA et al., 2001).

2.2.1.2.2 Podridão vermelha da raiz da soja

A podridão vermelha da raiz da soja (PV) é encontrada nas principais regiões produtoras de soja do sul do Brasil e das regiões altas dos Cerrados (YORINORI, 2000).

A PV é causada pelo fungo *Fusarium solani* f.sp. *glycines* (Mart.) Sacc. (SINCLAIR & BACKMAN, 1989) pertencente a classe dos Deuteromycetes, fungos que possuem micélio septado, e não apresentam a fase sexuada no ciclo de vida, a ordem Moniliales, fungos que produzem conídios em conidióforos livres, família Tuberculariaceae, que possuem como principal característica a presença de esporodóquios, gênero *Fusarium* que produzem macroconídios multiseptados, curvos, em esporodóquios e microconídios em cadeia em ou agrupados em falsas cabeças (MENEZES & OLIVEIRA, 1993).

O fungo *F. solani* é habitante do solo, ocorre em regiões tropicais e temperadas como saprófita ou parasita (BOOTH, 1971) e apresenta alta habilidade de competição saprofítica (COSTAMILAN, 2000). A PV é uma doença de ocorrência comum em cultivos de soja, em campos com problema de encharcamento essa doença pode ser muito severa. Os sintomas nas plantas são de fácil identificação, as plantas infectadas secam prematuramente e são arrancadas facilmente do solo (MEHTA & BAREA, 1994), apresentam folhas com manchas amarelas, progredindo para uma acentuada clorose e necrose entre as nervuras das folhas. Na raiz, apresenta mancha avermelhada logo abaixo do nível do

solo, a mancha expande-se, circunda a raiz, expande-se e passa da coloração avermelhada para um vermelho-arroxeadado e, finalmente negro. As raízes secundárias degradam-se rapidamente, ficando apenas a raiz principal. Sob condições de solo úmido, o córtex da raiz principal destaca-se com facilidade, expondo o lenho branco da raiz principal (YORINORI, 2000).

As alternativas usadas para minimizar os efeitos dessa doença se resumem em: cultivo de soja realizado em solos bem drenado juntamente com a prática adequada de rotação (MEHTA & BAREA, 1994); uso de cultivares de ciclo precoce, semeaduras mais tardes, melhoramento na drenagem do solo e descompactação do solo (COSTAMILAN, 2000).

2.2.1.2.3 Rizoctoniose ou morte em reboleira

Rizoctoniose é uma doença que causa tombamento de plântulas, podridão radicular e da haste e queima das folhas ou mela da soja (HARTMAN et al., 1999), em alguns países causam danos de até 50% da produção (MEHTA & BAREA, 1994).

Essa doença é causada pelo fungo *Rizoctonia solani* Kuhn, pertencente à classe dos Deuteromycetes, que produzem micélio septado, a ordem Agonomycetales, fungos que não produzem esporos em meio de cultura, a família Agonomycetaceae, que se reproduzem através de esclerócios ou fragmentos de micélio, ao gênero *Rhizoctonia*, que

apresentam micélio multinucleado de coloração castanho claro a escuro. (MENEZES & OLIVEIRA, 1993). A forma teleomórfica do fungo é *Thanatephorus cucumeris* (Frank) Donk (MEHTA & BAREA, 1994).

O patógeno é altamente variável em meio de cultura comum. A ramificação do micélio apresenta uma constrição e sempre em ângulo de 90° com um septo na célula basal de ramificação. Esta é uma das características mais importantes para a identificação do fungo (MEHTA & BAREA, 1994).

Segundo Metha & Barea (1994), a ocorrência da doença está restrita a áreas mais secas e por isso é considerada uma doença de menor importância. Tem uma enorme gama de hospedeiros secundários e apresenta habilidade de competição saprofítica (COSTAMILAN, 2000).

As condições desfavoráveis para o crescimento vigoroso da plântula são condições conducentes para o desenvolvimento do patógeno. Chuvas seguidas de frio e subsequente clima quente favorecem o patógeno. A temperatura na faixa de 25 a 29 °C é ideal para o desenvolvimento da doença (HARTMAN et al., 1999).

O fungo é disseminado pelas ações da chuva e do vento. 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 (YORINORI, 2000).

Normalmente, a doença no campo é observada em forma de manchas circulares de coloração amarela ou marrom, dependendo da fase

de desenvolvimento da planta. Pode causar morte das plantas em qualquer estágio de desenvolvimento (MEHTA & BAREA, 1994).

Os sintomas são mais evidentes nas folhas, pecíolos, ramos laterais e causa severo abortamento de flores e vagens no início do desenvolvimento. De pequenas lesões de encharcamento, evoluem rapidamente para grandes manchas ou reboleiras de plantas mortas. As partes infectadas secam rapidamente. As folhas e pecíolos infectados ficam pendentes ao longo da haste ou caem sobre plantas vizinhas, propagando a doença (MEHTA & BAREA, 1994).

Essa doença pode ser evitada quando o período de umidade não é excessivamente longo, evitando-se o plantio adensado. Eliminar as plantas daninhas, fazer rotação ou sucessão de culturas com gramíneas (YORINORI, 2000; LANGE, 1998), manter o solo coberto com palha e fazer adubação equilibrada. Desconhece-se qualquer fonte de resistência genética em soja (YORINORI, 2000).

2.2.1.2.4 Podridão de fomopsis

Uma nova doença causando podridão radicular e do colo da soja foi descrita por Moraes (2004) causada por um fungo do gênero *Phomopsis*. O fungo *Phomopsis* sp. pertence à classe dos Deuteromycetes, fungos que possuem micélio septado, apresentam no ciclo de vida a fase sexuada, a ordem Sphaeropsidales, abrangem os fungos imperfeitos cujos conidiosporos são formados em picnídios, a

família Sphaeropsidaceae, conidiosporos hialinos e unicelulares, ao gênero *Phomopsis*, que apresentam picnídios com dois tipos de conídios, alfa e beta (MENEZES & OLIVEIRA, 1993).

Espécies de *Phomopsis* sp. causam severas doenças na cultura da soja, influenciando na qualidade e na quantidade da produção de grãos (MORGAN-JONES, 1989; PLOPER, 1989; RUPE, 1989), sendo que as mais importantes segundo Ploper (1989), são as que causam o cancro da haste (*P. phaseoli* (Cke. & Ell.) Sacc. f.sp. *meridionalis*) e a seca da haste e da vagem (*P. sojae* Lehman).

Segundo Morgan-Jones (1989), as espécies do complexo de fungos Diaporthe/Phomopsis envolvidas com as doenças da soja são: *P. phaseoli*, forma teleomórfica *D. phaseolorum*, e *P. longicolla*. Dentro de *P. phaseoli* são conhecidos três diferentes isolados: f.sp. *sojae*, que causa seca da haste e da vagem, f.sp. *caulivora*, que causa o cancro da haste nos Estados Unidos (Norte), e f.sp. *meridionalis*, que causa o cancro da haste no Brasil (Sul). Cada forma especilalis contém isolado com diferente capacidade patogênica, sendo designada uma raça apropriada para cada isolado.

De acordo com Costamilan (2000), *P. phaseoli* f.sp. *meridionalis*, agente causal do cancro da haste no Brasil (Sul), é altamente dependente de chuva para disseminar esporos a partir de restos de cultura para plântulas em desenvolvimento, principalmente nos primeiros 40 a 50 dias após a emergência.

Normalmente, a infecção origina-se na inserção de um ramo lateral e de pecíolos. A lesão resultante só é observada em um dos lados da haste (COSTAMILAN, 2000).

Os primeiros sintomas são visíveis 12 a 15 dias após a infecção, na forma de pontuações pretas. Estas evoluem para manchas pretas e grandes lesões castanho-avermelhadas, atingindo vários centímetros ao longo da haste. Além do sintoma externo, o fungo penetra no interior da haste causando coloração castanha a castanho-avermelhada no lenho e na medula (YORINORI, 2000). Sintomas secundários apresentam clorose e necrose entre as nervuras, caracterizando a folha carijó (YORINORI, 2000), na forma de reboleiras nas lavouras de soja (COSTAMILAN, 2000).

Em relação à seca da haste e da vagem, causada por *P. sojae* e *P. longicola*, a ocorrência deve ser tão antiga quanto os primeiro plantios de soja no Brasil. Os fungos são transmitidos através da semente e sobrevivem nos restos culturais, permanecendo associados com a parte aérea durante todo o ciclo da cultura, estes se expressam causando danos quando ocorrem condições predisponentes o seu desenvolvimento, tais como, ambiente excessivamente úmido, solos com deficiência nutricional, principalmente com falta de potássio e retardamento de colheita devido ao excesso de umidade (YOINORI, 2000).

Portanto, a infecção é latente durante a maior parte da vida das plantas de soja, os sintomas tornam-se visíveis apenas no fim do ciclo. Ocorre o surgimento de pequenos pontos negros, chamados picnídios,

dispostos em forma linear principalmente no colo e em nós da haste principal, durante a maturação da planta (COSTAMILAN, 2000).

Anualmente, milhares de hectares de soja são afetados pelo fungo, em alguma parte do Brasil, onde o final do ciclo e a colheita transcorrem sob excesso de chuva. Nessas condições, a deterioração dos grãos é acelerada pelo fungo (YORINORI, 2000).

O cancro da haste dos Estados Unidos – *Phomopsis phaseoli* f.sp. *caulivora* Athow & Cald. é mais agressivo e não produz a frutificação da fase *P. phaseoli* (ATHOW & CALDWELL, 1954).

Segundo Rupe (1989), esta é uma das doenças de semente de soja de maior importância mundialmente. Esta doença aparece somente quando ocorre a morte da parte infeccionada da planta, os picnídios surgem como pequenos pontos pretos na haste, pecíolos e vagens. A infecção da semente ocorre através da infecção da vagem, quando a infecção é severa resulta em grãos rugosos e rachados. Frequentemente, a infecção nas sementes é assintomática, mas, mesmo assim, causam redução na germinação e emergência de plântulas.

O cancro da haste causado por *D. phaseolorum* f.sp. *caulivora*, é primeiramente uma doença de meia estação que pode reduzir o rendimento de grãos drasticamente (RUPE, 1989).

O patógeno forma uma lesão ao redor do primeiro nó durante o desenvolvimento das vagens e pode eventualmente estrangular a haste acarretando a morte da planta. Este patógeno possui dois biótipos: Norte e Sul. O biótipo Sul diferencia-se do Norte em produzir uma lesão mais

estreita e mais longa, com clorose internevural e sintomas de necrose foliar semelhantes aos sintomas de morte súbita da planta. Os dois biótipos também se diferem na distribuição geográfica, condições ambientais, reação de cultivares e nas características da cultura (RUPE, 1989).

Em relação à podridão radicular da soja, envolvendo fungos desse gênero, não foi encontrado relato na literatura consultada.

Porém, em trabalho de pesquisa realizado por Moraes (2004) conduzido na Universidade de Passo Fundo, foi observada alta frequência de plantas debilitadas, com folhas amareladas, desfolhadas e precocemente mortas, ostentando sintomas distintos dos descritos na literatura. Os sintomas observados nas plantas debilitadas foram descoloração parda escura, quase negra na haste, de extensão de 5 a 10 cm logo acima do nível do solo. O diâmetro da haste, na região descolorida era menor do que o diâmetro acima e abaixo desta área. A raiz principal destas plantas, quando cortadas longitudinalmente apresentava-se morta, branca entremeada por linhas negras nítidas sem forma característica.

Moraes (2004), isolou partes dos tecidos infectados em meio de cultura ¼ BDA [(Batata-Dextrose-Ágar) 12 g de ágar, 50 g de batata, 5 g de dextrose em 1000 ml de água destilada e 0,20 g de sulfato de estreptomicina] e detectou uma incidência de 61,5% de fungo semelhante ao gênero *Phomopsis*, geralmente isolado de hastes, folhas e grãos de soja.

Moraes (2004), enfatiza que apesar das plantas inoculadas terem apresentado sintomas semelhantes aos das plantas naturalmente infectadas no campo, as colônias do fungo isolado serem semelhantes as do fungo reisolado, no meio de cultura não foi encontrado conídios beta. Portanto, ressaltou a necessidade de mais pesquisas no assunto.

2.3 Estratégias de controle das podridões radiculares

Os fungos infectantes de raízes são de difícil controle. O emprego de métodos de controle drásticos, como a esterilização parcial ou total do solo, tem o uso limitado a pequenas áreas, como viveiros de espécies ornamentais, hortícolas e florestais. Porém, em áreas extensivas, como ocorre com a cultura da soja o controle químico não é econômico e durável, devido a recolonização posterior pela microbiota do solo. Nestes casos, a melhor medida de controle sustentável ecologicamente é a rotação de culturas. No entanto, no caso dos fungos habitantes do solo, com habilidade de competição saprofítica, ou daqueles que formam estruturas de resistência (oosporos, clamidosporos e esclerócios) ou conídios dormentes, mesmo a rotação de culturas não é economicamente viável, devido ao fato de se ter que deixar de cultivar por período muito longo a espécie mais rentável economicamente. Neste caso, a opção é buscar o controle por métodos biológicos. Deve se fazer menção que para o controle das podridões radiculares da soja, mesmo para as doenças causadas por fungos habitantes do solo, com habilidade de competição

saprofítica, tem sido tentado o desenvolvimento de cultivares resistentes (DENTI, 2000).

A hipótese formulada é de que os agentes causais de podridões radiculares da soja (*F. solani* f.sp. *glycines*, *M. phaseolina*, *P. sojae* e *R. solani*), podem ter suas populações presentes no solo, e os danos decorrentes das doenças, reduzidos através do controle biológico e por grupos de microrganismos habitantes do solo pelo desenvolvimento da supressividade. Destas doenças, merecem destaque a rizoctoniose e, principalmente, a podridão vermelha da raiz da soja, esta como sendo a doença de maior ameaça a sustentabilidade dessa leguminosa, pelas dificuldades de controle. Nenhuma prática cultural tem sido eficiente no controle destas doenças, e, pelo desenvolvimento de cultivares resistentes também tem sido difícil (YORINORI, 2000).

A principal tentativa adotada até o momento visando ao controle deste complexo de doenças foi principalmente pelo desenvolvimento de cultivares resistente. Por outro lado, no Brasil poucos trabalhos foram publicados referentes ao seu controle por práticas culturais como o cultivo de diferentes espécies durante o período de inverno a rotação de culturas no verão. Entretanto, em algumas situações a rotação de culturas, do milho com a soja, não têm apresentado resultados satisfatórios, como por exemplo, para o controle da rizoctoniose e da podridão vermelha (YORINORI, 2000).

Segundo Reis et al. (2004a), as doenças causadas por fungos infectantes de raízes com habilidade de competição saprofítica não são

controláveis pela resistência genética, e o controle com fungicidas não é viável em grandes lavouras. Nesse sentido, a maneira mais viável, porém em longo prazo, para reduzir danos, é o controle biológico pelo desenvolvimento da supressividade do solo através da rotação de culturas.

A rotação de culturas controla doenças de plantas através de dois princípios: (a) Eliminação do substrato, não se cultivando o hospedeiro por um determinado tempo, pois cedo ou tarde os patógenos perecerão por inanição, por não terem acesso a nova fonte nutricional da qual são específicos; (b) Exposição à competição microbiana do solo, criando-se condições favoráveis ao desenvolvimento de um grupo desejado de microrganismos antagonistas do fungo alvo do controle. Chama-se a esse fenômeno de supressividade do solo cujo desenvolvimento ou manjo é um processo cumulativo e lento (COOK & BAKER, 1983).

2.3.1 Desenvolvimento da supressividade do solo

Uma das técnicas utilizadas no desenvolvimento da supressividade do solo é o fornecimento de substrato orgânico que selecione e aumente a população de um microrganismo antagonista do patógeno alvo. As diferenças em quantidade e qualidade dos substratos deverão, seletivamente, propiciar o incremento de grupos distintos de espécies na microbiota natural do solo. Por outro lado a quantidade e a frequência de fornecimento do substrato determinarão o seu aumento

populacional. Caso o grupo que tenha a população incrementada seja antagônico de um dos patógenos alvo de controle, a população do patógeno deverá ser reduzida e conseqüentemente a doença controlada (COOK & BAKER, 1983).

Apesar destas doenças serem freqüentes na maioria das lavouras, em algumas situações a(s) doença(s) não ocorre(m) ou estão presentes em baixa intensidade de modo que não causam dano. Esse fato é facilmente observado, porém, sem receber a atenção dos pesquisadores que geralmente preocupam-se apenas com as situações aonde a doença ocorre. Provavelmente, a solução poderá ser encontrada na lavoura aparentemente sadia. Uma explicação provável para a não ocorrência da doença é a ocorrência natural da supressividade do solo nessa situação (COOK & BAKER, 1983).

Um dos primeiros trabalhos de pesquisa que deveriam ser realizados é conhecer-se o montante de danos que as doenças radiculares causam a soja. São poucas as informações sobre os efeitos de práticas culturais, como rotação de culturas, espécies vegetais utilizadas como cobertura de inverno no sistema semeadura direta para a cultura da soja e tratamento de sementes sobre as espécies de fungos que causam as podridões de raízes. Estudos que esclareçam os mecanismos de sobrevivência dos fitopatógenos envolvidos com estas doenças devem merecer atenção especial dos pesquisadores, pois através desse conhecimento, possivelmente, poderá se manejar as doenças alvo deste estudo com práticas culturais (COOK & BAKER, 1983).

Em função disso, os pesquisadores, a assistência técnica e os produtores estão preocupados com a ocorrência e com o potencial de danos que as podridões de raízes da soja podem causar, principalmente, pela inexistência de cultivares com elevado nível de resistência genética e com a baixa eficiência das demais estratégias recomendadas para o seu controle (COOK & BAKER, 1983).

A rotação de culturas é uma medida de controle cultural que reduz ou elimina a população de fungos através de dois mecanismos: (a) supressão do substrato e (b) ao mesmo tempo, as culturas que integram o sistema podem, por sua qualidade nutricional, selecionar um grupo de microrganismos antagonistas do patógeno alvo do controle, sendo ou não um habitante do solo (COOK & BAKER, 1983).

A atividade microbiana de alguns solos pode prevenir o estabelecimento de fitopatógenos ou inibir suas atividades patogênicas. Esta propriedade tem recebido diferentes denominações: antagonistas, resistentes ou supressivos. A denominação de solo supressivo de patógenos, não necessariamente significa a eliminação do patógeno do solo, lembra, porém, a ausência ou a redução da intensidade e dos danos da doença no caso em que plantas suscetíveis são cultivadas (COOK & BAKER, 1983).

Coube a Menzies (1959) a introdução da expressão solo supressivo. Solo supressivo é aquele que é inóspito para alguns fitopatógenos. Podem ocorrer dois tipos (a) o patógeno não pode se estabelecer no solo, ou (b) estabelece-se causando doença severa no início

(após dois ou três anos de cultivo do hospedeiro suscetível) e mais tarde diminui de intensidade à medida que se sucedem os anos de monocultura. Esses tipos de solo ocorrem naturalmente e, infelizmente, não se tem dado muita atenção a esse fenômeno. De um modo geral os fitopatologistas são solicitados a solucionarem os problemas existentes em lavouras aonde as doenças radiculares ocorrem causando danos econômicos às culturas. Tem-se uma tendência natural de ignorar ou de dar pouca atenção àquelas situações em que a doença não ocorre. A área sem problema é ignorada, embora ali possa estar a solução. É por esta razão que a supressividade do solo tem sido e continua sendo ignorada por tantos em tanto tempo (COOK & BAKER, 1983).

Quando os antagonistas desejáveis já estão presentes no solo, mas não provem controle satisfatório da doença é desejável intensificar suas atividades. A intensificação do grupo e da população dos microrganismos envolvidos com a supressividade pode ser obtida pela (a) rotação de culturas e (b) acrescentando-se substratos orgânicos que seletivamente possam estimular os antagonistas. Estes substratos devem ser encontrados em abundância, serem baratos e de fácil aplicação, caso contrário o seu uso não seria econômico e (c) alterando-se o pH do solo a um valor favorável ao antagonista e desfavorável ao patógeno (COOK & BAKER, 1983).

Segundo estes autores citados, o desenvolvimento da supressividade depende da habilidade ou da arte do pesquisador poder manipular a balança biológica ocorrente no solo. Quanto mais complexa

for a comunidade biológica do solo maior será a sua estabilidade. Quanto mais diversificada e maior for a população de microrganismos do solo, maior será a chance de desenvolver a supressividade a um dado patógeno. Nenhum microrganismo quer seja patógeno ou saprófita, domina a cena. A competição por nutrientes do substrato no solo é extremamente intensa resultando numa flutuação populacional constante à medida que são incorporados diferentes substratos.

Em soja, são consideradas importantes as podridões radiculares causadas por *R. solani*, *M. phaseolina*, *F. solani* f.sp. *glycines* (YORINORI, 2000) e *Phomopsis* sp., identificado como um novo caso de podridão radicular em soja (MORAES, 2004).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local

O experimento foi conduzido no campo experimental da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária (FAMV) da Universidade de Passo Fundo (UPF), em Passo Fundo/RS. Este trabalho resultou das avaliações em duas safras consecutivas, e constitui parte de um trabalho mais amplo que está sendo conduzido desde a safra de verão de 2000/01 com a previsão de desenvolvimento até a safra de 2010/11, considerando que as alterações qualitativas e quantitativas desejadas na

população microbiana do solo, selecionando e incrementando a população de antagonistas, são fenômenos lentos e cumulativos. A área total do experimento é de 8.000 m² (80,0 m x 100,0 m) no sistema de plantio direto, implantando nesta área, culturas de inverno e de verão.

3.2 Culturas de inverno

As culturas de inverno são cultivadas em faixas de 8,3 m de largura por 80,0 m de comprimento (Figura 1), ainda é mantida uma faixa sem cultivo chamada de “pousio”. As culturas cultivadas nestas faixas são: aveia (*Avena sativa* L.), ervilhaca comum (*Vicia sativa* L.), azevém (*Lolium multiflorum* Lam), nabo forrageiro (*Rhaphanus sativus* L. var *oleifera* Metzg) e trigo (*Triticum aestivum* L.), mantendo duas repetições por cobertura vegetal, estabelecidas em plantio direto e mantendo uma faixa de pousio.

No cultivo de inverno, as culturas são cultivadas em rotação, aonde as monocotiledôneas obedecem à rotação entre si e as espécies de dicotiledôneas obedecem à rotação entre elas, e o cultivo em faixas intercala gramíneas com folhas largas. Serve como exemplo: a parcela que em 2005 foi semeado aveia, no ano anterior foi cultivada com azevém. O mesmo ocorreu na parcela recoberta com ervilhaca, aonde no ano de 2004, foi cultivada com nabo forrageiro.

80,0 m		100 m
8,3 m	POUSIO	
8,3 m	TRIGO	
8,3 m	NABO FORRAGEIRO	
8,3 m	AVEIA	
8,3 m	ERVILHACA	
8,3 m	AZEVÉM	
8,3 m	TRIGO	
8,3 m	POUSIO	
8,3 m	AVEIA	
8,3 m	ERVILHACA	
8,3 m	NABO FORRAGEIRO	
8,3 m	AZEVÉM	

Figura 1- Esquema de plantio para as culturas de inverno. UPF/Passo Fundo-RS - Safra 2005

3.2.1 Semeadura e tratos culturais

As culturas de inverno foram semeadas de acordo com as recomendações técnicas de cultivo para cada cultura, observando a época de semeadura indicada bem como sua densidade e os devidos tratos culturais durante seu desenvolvimento.

Na safra de 2005, a semeadura foi realizada no dia 23/06/2005. A adubação usada foi de 250 Kg.ha⁻¹ do adubo N – P₂O₅ – K₂O, nas proporções 5 – 25 – 25. No estágio de afilamento pleno das

gramíneas, foi realizada uma aplicação de adubo nitrogenado (Uréia) na dose de 150 Kg.ha⁻¹.

Na cultura do trigo foram realizadas duas aplicações de fungicidas (Piraclostrobina + Epoxiconazol 0,5 L.ha⁻¹), sendo a primeira no estágio de alongamento quando a incidência de doença (manchas foliares) atingiu 18% e a segunda realizada aos 22 dias após a primeira aplicação.

A dessecação das culturas de inverno na safra de 2005 foi realizada no dia 06 de setembro com o herbicida glifosato (Roundup) na dose de 2,0 L.ha⁻¹. Posteriormente procedeu-se à semeadura das culturas de verão (soja e milho).

Na safra de 2006, a semeadura foi realizada no dia 18/05/2006. A adubação usada foi de 220 Kg.ha⁻¹ do adubo N – P₂O₅ – K₂O, nas proporções 5 – 25 – 25. No estágio de afilamento pleno das gramíneas (05/07/2006), foi realizada uma aplicação de adubo nitrogenado (Uréia) na dose de 75 Kg.ha⁻¹.

A dessecação foi realizada no dia 24 de outubro e uma segunda dessecação uma semana antes do plantio da soja (17/11/2006), devido a grande quantidade de plantas daninhas. Posteriormente procedeu-se à semeadura das culturas de verão (soja e milho).

Na safra de 2006, não foi feita aplicação de fungicidas na cultura do trigo.

3.2.2 Avaliações

As avaliações pertinentes às culturas de inverno foram obtidas após a colheita, e constituíram da quantificação de resíduo cultural remanescente sobre o solo para cada espécie e a quantificação de corpos de frutificação de fungos patogênicos.

3.2.2.1 Quantificação da massa de restos culturais das culturas de inverno

Após a colheita de grãos, das culturas de inverno, foi determinada a quantidade de resíduo cultural remanescente sobre o solo. Os resíduos culturais foram coletados em uma área de 0,5 m², ao acaso, com quatro repetições por faixa de cultivo. Essa área de 0,5 m² foi delimitada com o auxílio de uma moldura de madeira, medindo 0,5 x 0,5 m. A coleta dos resíduos se procedeu com o auxílio de uma tesoura, coletando-os rentes ao nível do solo. Após foram condicionadas em embalagens de papel e levadas a uma estufa a 40° C, onde permaneceram durante um período suficiente para que atingisse peso constante. O critério usado para o tempo de permanência das amostras na estufa foi a estabilidade do peso das amostras. Após secas, as amostras foram pesadas.

3.2.2.2 Quantificação de corpos de frutificação de fungos nos restos culturais das culturas de inverno

Os resíduos das culturas de inverno, os quais haviam sido coletadas e secadas em estufa, foram cortados em pedaços de aproximadamente dois centímetros de comprimento. Uma amostra de duas gramas do material coletado foi previamente desinfestada com hipoclorito de sódio, a 0,5%, durante três minutos, seguida de duas lavagens com água esterilizada. Com o auxílio de pinça esterilizada o material foi acondicionado sobre papel filtro e espuma de náilon umedecido com água esterilizada, dentro de gerbox. O material foi incubado em câmara de crescimento durante oito dias aproximadamente, não mais que isso devido à infestação de nematóides no material, com fotoperíodos de 12h, propiciado por lâmpadas fluorescentes, luz do dia de 40W, distantes das caixas 40cm e temperatura de 25°C. Após esse período procedeu-se a identificação e contagem dos corpos de frutificação, sob lupa binocular (Zeiss com aumento de 50 X, Stemi 2000 C).

Os dados são apresentados como número de corpos de frutificação.gr⁻¹ de resíduo e número de corpos de frutificação.m² de solo.

3.3 Culturas de verão

Posterior a colheita das culturas de inverno, foi feita a semeadura das culturas de verão (soja e milho), em sentido transversal à semeadura das espécies de inverno e pousio (Figura 2).

As culturas de verão foram semeadas em faixas de 11,4 m de largura por 80,0 m de comprimento. O cultivo da soja foi intercalado com a cultura do milho, isto é, três faixas com milho e quatro faixas com soja, em sistema de rotação de culturas sob plantio direto, obedecendo ao mapa de rotação de culturas previamente estabelecido no ano de 2001, quando se deu início ao programa de desenvolvimento da supressividade do solo através da rotação de culturas.

No caso da soja, foram semeadas uma faixa em monocultura (soja⁰), uma faixa em rotação com dois anos soja e um ano milho (soja¹), uma faixa em rotação com dois anos soja e dois anos milho (soja²) e uma faixa de rotação com um ano soja e um ano milho (soja³).

11,4 m	11,4 m	11,4 m	11,4 m	11,4 m	11,4 m	11,4 m	
MILHO	SOJA	SOJA	SOJA	SOJA	MILHO	MILHO	100 m
Rotação de 2 anos com milho e 2 com soja	Rotação de 1 ano com soja e 1 ano com milho	Rotação de 1 ano com milho e 2 com soja	Monocultura	Rotação de 2 anos com milho e 2 com soja	Rotação de 1 ano com soja e 1 com milho	Rotação de 2 anos com soja e dois anos com milho	

Figura 2- Esquema de plantio para as culturas de verão. UPF/Passo Fundo – RS- Safra 2005/06

3.3.1 Semeadura e tratos culturais

Para cada cultura foram observadas as recomendações técnicas para seu cultivo e, prosseguidos os devidos tratos culturais.

A cultura de verão avaliada neste estudo foi a soja [*Glycine Max* (L) Merrill].

A cultura da soja, cultivar BRS 244 RR, na safra 2005/2006 e 2006/2007, foi semeada, respectivamente, no dia 16 de novembro de 2005 e 24 de novembro de 2006, em espaçamento de 0,45 m entre as linhas e média de 35 sementes aptas.m⁻² (densidade de 350 mil sementes.ha⁻¹).

3.3.2 Avaliações

As avaliações pertinentes às culturas de verão constituíram da quantificação do número de plântulas emergidas.m⁻², avaliação das podridões radiculares (sem sintomas secundários), determinação de rendimento de grãos (Kg.ha⁻¹) e peso de mil grãos (PMG) para cada tratamento e ainda, quantificação do período de decomposição dos restos culturais da soja e identificação dos fungos patogênicos envolvidos com as podridões radiculares da soja.

3.3.2.1 Quantificação da emergência de plântulas

Na avaliação referente à emergência de plântulas de soja, foi procedida à quantificação do número de plântulas emergidas.m⁻², em cada tratamento. A quantificação foi feita em 5 metros amostrando 2 linhas de plantio obtendo uma área de 4,5 m², observando quatro repetições sobre cada faixa de culturas de inverno. As avaliações foram feitas após a estabilização da emergência. Os resultados foram expressos em número de plântulas emergidas.m⁻².

3.3.2.2 Quantificação da incidência das podridões radiculares

No estágio R8, início de desfolha, foi realizada a avaliação das plantas que apresentavam sintomas visíveis de podridões radiculares. Esta avaliação foi feita em 5 metros observando duas linhas de plantio, totalizando 4,5 m², mantendo quatro repetições para cada tratamento. As plantas foram arrancadas e com o auxílio de uma lâmina (canivete) raspou-se o sistema radicular removendo o solo e o córtex para a visualização dos sintomas. Foi considerada infectada a planta que apresentava descoloração dos tecidos internos das raízes e colo e ou sintomas visíveis do fungo como *Fusarium* sp, coloração avermelhada, e *Phomopsis* sp, o sintoma de “mapa geográfico”.

Através do número de plantas com sintomas visíveis de podridões radiculares, foi feito o cálculo apresentando os resultados em incidência de plantas doentes.

3.3.2.3 Quantificação do rendimento de grãos

Para determinação do rendimento de grãos (Kg.ha⁻¹) e peso de mil grãos (PMG), foi feita a colheita das parcelas cultivadas sobre cada cobertura de inverno, sendo três linhas de plantio de 7,3 m, totalizando 9,85 m², mantendo quatro repetições. Além disso, foi feita a correção do teor de umidade para a porcentagem de 13%.

Os resultados foram expressos em Kg.ha⁻¹.

3.3.2.4 Quantificação do período de decomposição dos restos culturais da soja

Para quantificar o período de decomposição dos restos culturais da soja, os resíduos foram coletados na área experimental, cortados em pequenos pedaços de 2 cm de comprimento, embalado amostras de 100 gramas em recipiente de tela plástica e distribuídos sobre o solo no campo.

Mensalmente dois recipientes foram coletados, lavados com um jato de água para remover o solo e colocadas na estufa para secar até o peso tornar-se constante.

Os resultados são expressos em percentual de redução do peso em função do tempo.

3.3.2.5 Identificação e quantificação dos fungos patogênicos envolvidos com as podridões radiculares da soja

A identificação dos fungos patogênicos envolvidos com as podridões radiculares da soja foi realizada no Laboratório de Fitopatologia utilizando-se como substrato no isolamento os seguintes meios de cultura: $\frac{1}{4}$ BDA [(Batata-Dextrose-Ágar) 12 g de ágar, 50 g de batata, 5 g de dextrose em 1000 ml de água destilada e 0,20 g de sulfato de estreptomicina], Meio Iprodiona [(Segalin & Reis, 2004, no prelo) 12 g de ágar, 50 g de batata, 5 g de dextrose em 1000 ml de água destilada e

0,20 g de sulfato de estreptomicina, 50 ppm de Iprodiona], Água-Ágar [(AA – Fernandes, 1993) 12 g de ágar e 1000 ml de água destilada] e Farinha de milho- Ágar [(Fernandes, 1993) 17 g de farinha de milho ágar (corn meal Agar – Sigma) e 1000 ml de água destilada.

Dos 50 pares de raízes (doente e sadias) de cada sistema de rotação (soja⁰, soja¹ e soja²), foram retirados fragmentos de aproximadamente 0,5 cm com o auxílio de um bisturi esterilizado, da base de cada raiz, o material foi plaqueado em quatro meios de cultura, mantendo cinco repetições, sendo que quatro placas com cinco pedaços em cada placa formam uma repetição.

O processo de plaqueamento dos tecidos de raízes foi realizado na câmara de fluxo laminar e com prévia assepsia das amostras em hipoclorito de sódio a 0,5% e enxágüe com água destilada.

O material foi incubado em câmara de crescimento durante oito dias aproximadamente, com fotoperíodos de 12 h, propiciado por lâmpadas fluorescentes, luz do dia de 40 W, distantes das placas 40 cm e temperatura de 25° C.

Após esse período procedeu-se a identificação e quantificação dos fungos, com o objetivo de identificar os patógenos presentes na raiz, sob lupa binocular da marca Zeiss com aumento de 50 X, Stemi 2000 C e microscópio óptico.

O resultado foi expresso em incidência de espécies de fungos patogênicos envolvidos com as podridões radiculares da soja, por sistema de cultivo.

3.4 Delineamento experimental e análise estatística

Para obter todas as combinações possíveis das culturas de inverno com o cultivo da soja e do milho no verão, o experimento foi conduzido em faixas e com parcelas subdivididas com quatro repetições. Nas parcelas principais foram dispostos os manejos de cultura e nas sub-parcelas, as culturas de inverno. No verão cultivou-se perpendicularmente a soja e o milho sobre as áreas cultivadas com as culturas de inverno e mais o pousio. No verão a soja foi cultivada em monocultura e em rotação com milho por um e dois anos.

As parcelas experimentais possuíam 11,4 m de largura por 80,0 m de comprimento, perfazendo uma área de 912 m² cada uma e as sub-parcelas 8,3 m de largura por 80 m de comprimento, totalizando uma área de 664 m² cada uma, sendo que desses 8,3 m de largura encontravam-se os caminhos entre as parcelas que totalizavam 0,5 m de cada lado.

Os dados foram submetidos a análise de variância e havendo significância as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância.

3.5 Dados climáticos

Os dados utilizados foram coletados na Estação Agrometeorológica da Embrapa Trigo, distante aproximadamente 1,0 km da área experimental.

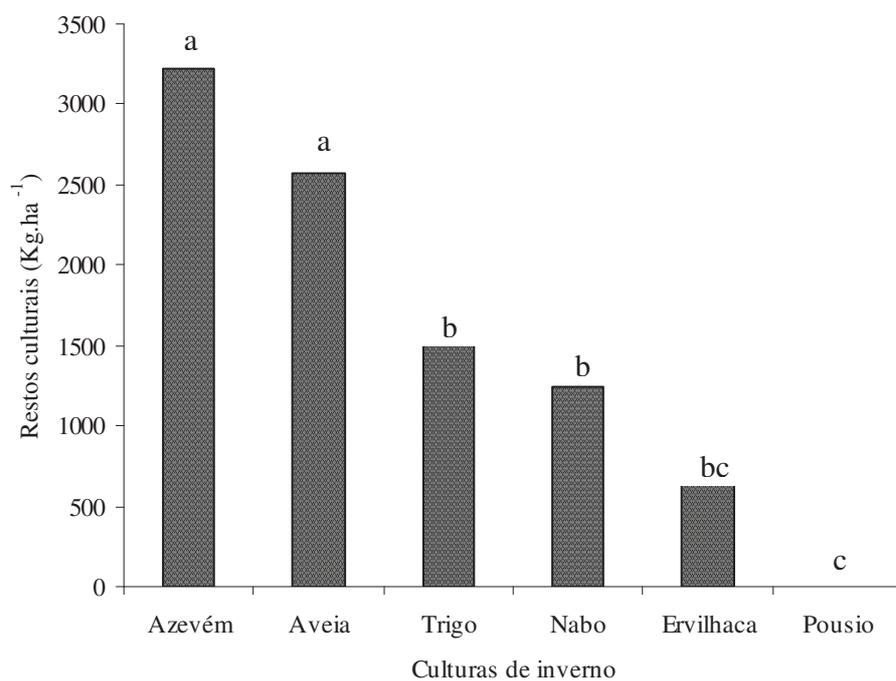
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Quantificação de restos culturais de inverno

Com relação aos resultados obtidos na safra 2005, observou-se que houve diferença significativa na quantificação de resíduo cultural remanescente sobre o solo. Na Figura 3, é possível observar que as faixas de cultivo com azevém e aveia branca, foram as que apresentaram maior quantidade de massa seca, diferindo das demais faixas de cultivo.

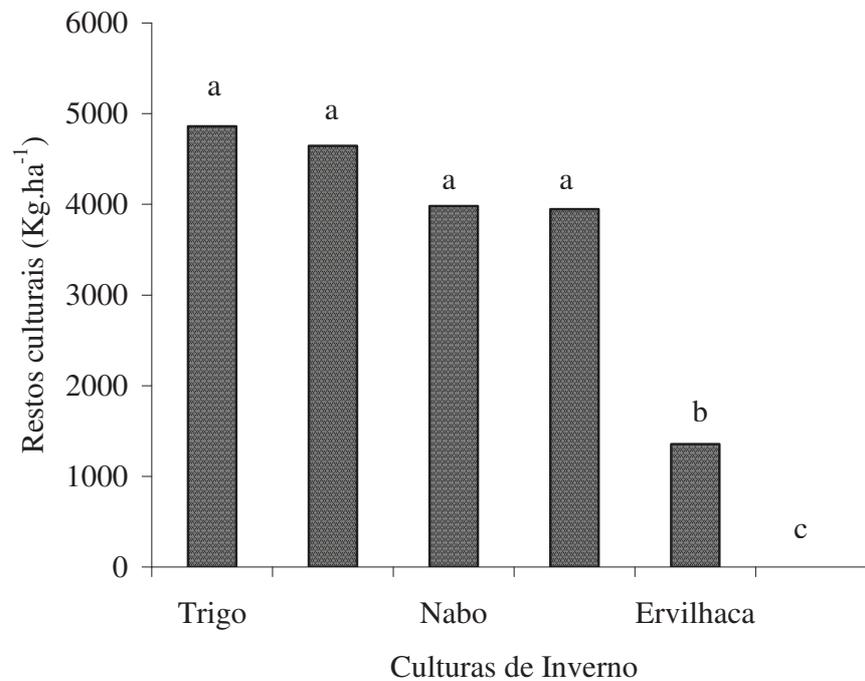
O azevém foi a cultura que obteve a maior quantidade de resto cultural (3,221 Kg.ha⁻¹), porém não diferiu estatisticamente da aveia (2,572 Kg.ha⁻¹). A grande quantidade de resto cultural sobre o solo, pode trazer conseqüências para a população de plantas que sucede a cobertura de inverno, neste caso a soja, interferindo na germinação da semente, emergência das plântulas e conseqüentemente na população de plantas. Tanto o azevém quanto a aveia, são importantes fontes de inóculo de patógenos como *G. zea* e *C. graminicola*. Se o cultivo destas gramíneas anteceder a cultura da soja, estas servirão de fonte de inóculo de *G. zea*,

se anteceder a cultura do milho, estas servirão de fonte de inóculo tanto de *G. zae* quanto de *C. graminicola*, agentes causais da podridão da base do colmo e da antracnose, respectivamente.



Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%

Figura 3- Massa de restos culturais de culturas de cobertura de inverno. UPF/Passo Fundo –RS- Safra 2005.



Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%

Figura 4- Massa de restos culturais de coberturas de inverno. UPF/Passo Fundo –RS- Safra 2006.

Em relação à safra 2006, observou-se que as faixas de cultivo com trigo, aveia, azevém e nabo forrageiro apresentaram grande quantidade de massa seca, diferindo apenas da faixa de ervilhaca e da faixa de pousio, no qual não havia restos culturais de inverno remanescentes sobre o solo (Figura 4).

Mesmo sabendo que não houve diferença estatística entre as faixas de cultivo com trigo, aveia, azevém e nabo forrageiro, a cultura do trigo foi a que apresentou maior quantidade de resto cultural (4,858 Kg.ha⁻¹).

Portanto, tanto na safra 2005 quanto na safra 2006, as culturas de azevém e aveia branca, apresentaram grande quantidade de massa seca sobre o solo. Enquanto que, a faixa de cultivo com ervilhaca apresentou a menor quantidade de resto cultural sobre o solo nas duas safras consecutivas (728,7 Kg.ha⁻¹ e 1356,9 Kg.ha⁻¹).

Segundo Cook & Baker (1983), a rotação de culturas é uma medida de controle cultural que reduz ou elimina a população de fungos através de dois mecanismos: (a) supressão do substrato e (b) ao mesmo tempo, as culturas que integram o sistema podem, por sua qualidade nutricional, selecionar um grupo de microrganismos antagonistas do patógeno alvo do controle, sendo ou não um habitante do solo.

Em se tratando de cobertura do solo em plantio direto, essas espécies apresentam boa cobertura da superfície do terreno, diminuindo a exposição do solo às oscilações climáticas, a incidência direta dos raios solares e impactos diretos da chuva no solo, servindo como obstáculo ao escoamento superficial e favorecendo a infiltração da água (REUNIÃO TÉCNICA...,2006; SATURNINO & LANDERS, 1997).

Segundo Derpsch et al. (1985), a aveia branca e o trigo estão entre as espécies de gramíneas que possuem grande capacidade de desenvolvimento e produção de matéria seca. Por outro lado, o azevém,

nabo forrageiro e ervilhaca apresentam menor desenvolvimento nos estádios iniciais em relação à aveia branca e o trigo. Os resultados obtidos neste trabalho mostraram que o azevém apresentou grande quantidade de matéria seca remanescente sobre o solo em ambas as safras, o que difere da citação acima, e em relação à aveia branca os resultados deste trabalho de ambas as safras concordam com a citação bem como o trigo e a ervilhaca em relação à safra de 2006.

Segundo Kluthcouski et al. (2004), a cobertura morta na superfície do solo é o principal componente de sucesso do Sistema Plantio Direto (SPD). No entanto, a decomposição geralmente é rápida quando há altas temperaturas e umidade.

Com a adoção do SPD, é de suma importância a cobertura de restos culturais no solo, os restos culturais produzidos pelas diversas lavouras anuais dificilmente atingem quantidade e longevidade suficientes para assegurar a proteção plena do solo e, por conseguinte, garantir a máxima eficiência do SPD (KLUTHCOUSKI et al., 2004).

Uma proteção adequada do solo contribui para manter a porosidade e a sustentar as taxas de infiltração. A efetividade da cobertura protetora do solo depende da quantidade e da distribuição adequada do material protetor (RAGGI, 1994).

Estudos revelam que, para uma cobertura morta ideal, são necessárias cerca de 7 t.ha^{-1} de resíduos. Considera-se ainda que, no que se refere à longevidade da palhada, as fontes originadas de espécies

gramíneas são melhores que as das leguminosas (KLUTHCOUSKI et al., 2004).

Derpsch et al. (1985), avaliando os efeitos de algumas espécies de plantas utilizadas como adubação verde ou cobertura do solo durante o inverno, constataram que a relação entre massa seca e massa verde (MS/MV) das gramíneas foi quase 2,5 vezes maior do que as das leguminosas. Também a associação de espécies gramíneas e leguminosas tem sido preconizada com o intuito de aumentar a quantidade de massa seca formada (POSTIGLIONI, 1982; FONTANELI et al., 1996).

Pavinato et al. (1994), enfatiza que a combinação das espécies de cobertura do solo se reflete não só em termos de nutrição da cultura em sucessão, mas também na melhoria das condições físicas e biológicas do solo. Tomamos como exemplo, o trabalho desenvolvido por Dellenburg et al. (1994), que em experimentos conduzidos com aveia preta e nabo forrageiro em rotação com soja e milho, em Latossolo Roxo distrófico, no Município de Cefelândia-PR, verificaram que o cultivo de aveia por um ou dois anos apresentou maior redução na compactação do solo que o nabo forrageiro.

Segundo Reis et. al. (2001), a presença dos restos culturais numa lavoura, de monocultura por exemplo, indica a presença de fungos necrotróficos, os quais estabelecem-se como parasitas no hospedeiro vivo e continuam a nutrir-se de seus constituintes mesmo após a morte da planta. Portanto, nos restos culturais de cereais de inverno, são

encontrados viáveis, produzindo inóculo enquanto existirem nutrientes disponíveis.

Segundo Costamilan (1999), 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. A camada de restos culturais posicionados sobre a superfície do solo também permite a proximidade física da fonte de inóculo inicial com o hospedeiro e a formação de estruturas de reprodução. E, a ação de agentes disseminadores, como chuva e vento, contribui para aumentar a área de incidência de doenças.

Poucos estudos relacionados com o tempo de decomposição dos restos culturais de cereais de inverno vem sendo desenvolvidos. Tomando como exemplo, o trabalho desenvolvido por Blum (1997) demonstra o tempo necessário para a decomposição da palha de aveia (cultivares UPF 7, UFRGS 14 e aveia preta), na região de Passo Fundo e Porto Alegre, foi de 16 e 18 meses respectivamente.

Já para a cultura do trigo (cultivar BR 23), na região de Passo Fundo – RS, a decomposição dos restos culturais ocorreu num período de 12 a 18 meses após a colheita do cereal realizada em dezembro de 1990 (REIS et al., 1998).

Na tentativa de se desenvolver a supressividade do solo, neste trabalho quantificou-se o resto cultural dos cereais de inverno nas safras de 2005 e 2006 (Figura 3 e Figura 4). Esses restos culturais servirão de

substrato para a seleção e multiplicação de prováveis e futuros organismos antagonistas envolvidos com a supressividade.

4.2 Quantificação de corpos de frutificação de fungos

Analisando os resultados obtidos tanto na safra de 2005 (Tabela 1) quanto na safra de 2006 (Tabela 2), observou-se que a quantidade de peritécios de *G. zeae* foi superior na cultura de aveia, sendo que na safra de 2005, não diferiu estatisticamente da cultura de trigo (aveia: 2.715 peritécios de *G. zeae*.m⁻² e trigo: 2.181 peritécios de *G. zeae*.m⁻²) e na safra de 2006 foi superior a todas as outras culturas (aveia: 2.008 peritécios de *G. zeae*.m⁻²).

Tabela 1- Número de peritécios de *Giberella zeae* (nº.m⁻²) e acérvulos de *Colletotrichum graminicola* sobre restos culturais de cereais de inverno da na safra de 2005. Passo Fundo-RS

Culturas	Peritécios de <i>Giberella zeae</i>	Acérvulos de <i>Colletotrichum graminicola</i>
	----- n°.m ⁻² -----	
Aveia	2.717,5 a	124,0 b
Azevém	1.482,0 ab	932,2 a
Ervilhaca	0,01 b	0,01 b
Nabo	0,01 b	106,5* b
Trigo	2.181,5 a	73,0 b
C.V. (%)	74,36	135,17

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

* *Colletotrichum* sp.

Tabela 2- Número de peritécios de *Giberella zea* (n°.m⁻²) e acérvulos de *Colletotrichum graminicola* sobre restos culturais de cereais de inverno da na safra de 2006. Passo Fundo-RS

Culturas	Peritécios de <i>Giberella</i>	Acérvulos de <i>Colletotrichum</i>
	<i>zea</i>	<i>graminicola</i>
	----- n°.m ⁻² -----	
Aveia	2008,2 a	0,01 b
Azevém	757,5 b	0,01 b
Ervilhaca	0,01 c	0,01 b
Nabo	0,01 c	36,7* a
Trigo	961,2 b	9,7 b
C.V. (%)	47,95	134,78

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

* *Colletotrichum* sp.

Tanto na safra de 2005 quanto na safra de 2006, não se encontrou peritécios de *G. zea* nas culturas de ervilhaca e nabo forrageiro e no caso da faixa de cultivo com pousio, não havia restos culturais de inverno.

No caso dos acérvulos de *C. graminicola*, observou-se maior quantidade nos restos culturais de azevém na safra de 2005 e nos restos culturais de nabo forrageiro na safra de 2006 apesar da espécie não ter sido identificada, uma vez que não há relatos de ocorrência de *C. graminicola* na cultura do nabo forrageiro.

Observou-se ainda que na safra de 2006, houve diminuição na quantidade de corpos de frutificação dos patógenos em relação à safra de 2005, o que pode ser explicado por dois fatores:

a) segundo Bai & Shaner (1994), a população de ascósporos de *G. zea* presentes no ar é um indicador do potencial da doença no

campo, Panisson et al. (2002) complementa com a observação de que isso ocorre desde que as condições sejam favoráveis para a infecção, como ocorreu na safra de 2002.

As condições favoráveis para a ocorrência de *G. zae* são períodos chuvosos que coincidem com a antese, com duração do molhamento das espigas maior que 72 h e temperaturas superiores a 20° C, o qual desencadeia epidemias (McMULLEN et al., 1997), e no caso da safra de 2006, as médias de precipitação pluvial no período de antese (de 15 de setembro em diante, no caso do Rio Grande do sul) foram abaixo das médias normais, como, por exemplo, no mês de setembro de 2006 o total de precipitação do mês foi de 112,8 mm, que corresponde 54,5% da média normal do mês que é de 206,8 mm, sendo que do dia 15 ao dia 30 do mês ocorreu um total de 49,8 mm. No mês de outubro de 2006, o total de precipitação foi de 94,9 mm que corresponde 56,8% em relação a média normal do mês que é de 167,1 mm (CUNHA, 2007a).

Analisando essas informações, verificou-se que a ocorrência de *G. zae* em trigo no ano de 2006 foi menor que no ano de 2005 acarretando assim a baixa produção de peritécios nos restos culturais.

b) segundo Reis et al. (1992), a intensidade das doenças está relacionada com a quantidade de restos culturais deixados na superfície do solo. Na safra de 2006, a quantidade de resíduos culturais coletados sobre o solo foi menor do que na safra de 2005, como mostra os dados apresentados nas Figuras 3 e 4, portanto, a quantidade de restos culturais

sobre o solo foi menor e conseqüentemente a quantidade de corpos de frutificação de *G. zeae* e *C. graminicola* encontrados também foi menor.

Devido a quantidade de restos culturais deixados sobre o solo, a rotação de culturas com gramíneas hospedeiras tem sido considerada um fator que contribuiu para o aumento do risco de epidemias (DILL-MACKY & JONES, 2000).

Em relação a giberela em trigo (*G. zeae*), um estudo de três anos conduzido em parcelas de trigo no Estado de Minnesota, EUA, indicou que a incidência de giberela foi mais alta em rotações de trigo com milho e menor no sistema soja com trigo, levando a hipótese de que o milho, além de ser hospedeiro de *G. zeae*, apresenta maior volume de resíduo e menor velocidade de decomposição, aumentando o risco da doença (DILL-MACKY & JONES, 2000).

O fungo *G. zeae*, possui ampla gama de hospedeiros, sendo dezenas de espécies de importância econômica, gramíneas nativas e plantas daninhas (WIESE, 1989; REIS, 1990). No Brasil, peritécios de *G. zeae* foram encontrados em restos culturais de soja (FERNANDEZ & FERNANDES, 1990) e *F. graminearum* incidente nas sementes desta cultura (YUYAMA & HENNING, 1999). Neste sentido, é possível que, nos locais onde se pratica intensamente o plantio direto, a pressão de inóculo seja mais alta do que em plantios convencionais, o que explicaria, também, a presença constante de inóculo aéreo, mesmo em locais distantes de lavouras.

Em relação ao *C. graminicola*, ele pode sobreviver por até 18 meses na ausência do hospedeiro, como micélio e conídios em restos culturais na superfície do solo, mas não sobrevive quando os restos culturais são incorporados ao solo (FREDERIKSEN, 1996). O fungo pode também sobreviver como micélio e conídios em sementes infetadas (COSTA et al., 2003). Nos acérvulos há produção de uma mucilagem que protege os conídios da dessecação e da ação de compostos fenólicos produzidos pela planta, os quais impedem a sua germinação (Ngugi *et al.* apud COSTA et al., 2003).

A taxa de aumento da doença é uma função da quantidade inicial de inóculo presente nos restos de cultura, o que indica a importância do plantio direto, e a taxa de reprodução do patógeno que depende das condições ambientais e da própria raça do patógeno presente (CASELA et al., 2007).

A quantificação do inóculo nos restos culturais é fundamental para demonstrar a importância desta fonte de inóculo, bem como servir de base para o desenvolvimento de estratégias alternativas de controle (REIS & MARIO, 2003).

Segundo Casela et al. (2007), o plantio de cultivares resistentes e a rotação de culturas é essencial para a redução do potencial de inóculo nos restos de cultura, pois quanto menor a quantidade de restos culturais remanescentes sobre o solo, menor a quantidade de propágulos de patógenos necrotróficos, isto é, menor a fonte de inóculo.

Kohli & Reis (1994), relatam que o principal mecanismo de sobrevivência dos patógenos na fase saprofítica é sobre os restos culturais de cereais de inverno. Reis et al. (1992), comprovaram que a incidência e a severidade das doenças estão diretamente relacionadas com a quantidade e a qualidade de restos culturais sobre o solo.

Segundo Kohli & Reis (1994), a única maneira de reduzir o potencial de inóculo e a intensidade das doenças, nas lavouras com presença de restos culturais, é através do uso de rotação de culturas.

4.3 Emergência de plântulas de soja

Analisando os dados obtidos de emergência de plântulas, na safra 2005/2006 (Tabela 3), pode-se observar que, em relação ao manejo de culturas sobre as diferentes coberturas de inverno, a faixa de cultivo soja em monocultura (soja⁰), soja¹ e soja³, não apresentaram diferença significativa entre as coberturas de inverno, inclusive do pousio. Porém, a faixa de rotação com o cultivo de soja dois anos e milho dois anos (soja²), apresentou menor número de plântulas emergidas sobre os restos culturais de nabo forrageiro o qual não diferiu estatisticamente das faixas de cultivo com restos culturais de trigo e pousio.

Contudo, em relação à rotação de culturas, a soja⁰, soja¹ e soja³ apresentaram menor número de plântulas emergidas no cultivo sobre os restos culturais da aveia.

Analisando os resultados obtidos de emergência de plântulas, na safra 2006/2007 (Tabela 4), pode-se observar que, em relação ao

manejo de culturas sobre as diferentes coberturas de inverno, a faixa de cultivo soja¹ semeada sobre a faixa de pousio, apresentou menor número de plântulas emergidas, diferindo apenas da cobertura de trigo. Este resultado não coincidiu com o resultado da safra 2005, que obteve a menor emergência de plântulas sobre a faixa de cultivo de nabo forrageiro no sistema de cultivo soja².

Tabela 3- Efeito das culturas de inverno, do pousio, da monocultura e da rotação de culturas, sobre a emergência de plântulas de soja (n^o.m⁻²). UPF/Passo Fundo –RS- Safra 2005/06

Coberturas	Manejo de culturas				Média
	Soja ^{0X}	Soja ^{1Y}	Soja ^{2Z}	Soja ^{3W}	
	----- n ^o .m ² -----				
Pousio	A 31,1 a	A 28,4 a	A 30,5 ab	A 31,4 a	30,4
Trigo	A 28,8 a	A 27,0 a	A 27,3 ab	A 28,2 a	27,8
Nabo	A 28,8 a	A 27,0 a	A 25,1 b	A 27,0 a	27,0
Aveia	B 26,1 a	BA 31,2 a	A 32,4 a	BA 28,8 a	29,6
Ervilhaca	A 30,3 a	A 30,4 a	A 32,2 a	A 28,8 a	30,4
Azevém	A 29,4 a	A 27,8 a	A 32,6 a	A 31,8 a	30,4
Média	29,1	28,6	30,5	29,3	
C.V.(%)	9,8				

Médias seguidas de mesma, minúsculas na coluna e as maiúsculas na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

^X Soja⁰ - Cultivo de soja/soja todos os anos.

^Y Soja¹ - Cultivo de soja dois anos e rotação de um ano com milho.

^Z Soja² - Cultivo de soja dois anos e rotação de dois anos com milho.

^W Soja³ - Cultivo de um ano soja e um ano milho.

Tabela 4- Efeito das culturas de inverno, do pousio, da monocultura e da rotação de culturas, sobre a emergência de plântulas de soja ($n^{\circ} \cdot m^{-2}$). UPF/Passo Fundo –RS- Safra 2006/07

Coberturas	Manejo de culturas				Média
	Soja ^{0X}	Soja ^{1Y}	Soja ^{2Z}	Soja ^{3W}	
-----n ^o .m ⁻² -----					
Pousio	A 17,4 a	A 25,2 b	A 26,5 a	A 28,4 a	26,9
Trigo	AB 28,2 a	A 29,3 a	B 25,9 a	AB 27,5 a	27,7
Nabo	A 28,5 a	A 26,2 ab	A 28,7 a	A 27,6 a	27,7
Aveia	A 28,1 a	A 28,2 ab	A 28,6 a	A 27,8 a	28,2
Ervilhaca	A 26,9 a	A 26,9 ab	A 27,8 a	A 28,5 a	27,5
Azevém	A 28,2 a	A 28,3 ab	A 27,0 a	A 27,1 a	27,6
Média	27,9	27,3	27,4	27,8	
C.V.(%)	6,3				

Médias seguidas de mesma letra, minúsculas na coluna e as maiúsculas na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

^X Soja⁰ - Cultivo de soja/soja todos os anos.

^Y Soja¹ - Cultivo de soja dois anos e rotação de um ano com milho.

^Z Soja² - Cultivo de soja dois anos e rotação de dois anos com milho.

^W Soja³ - Cultivo de um ano soja e um ano milho.

Em relação à rotação de culturas, a faixa de cultivo soja² apresentou menor percentagem de plântulas emergidas no cultivo sobre os restos culturais do trigo, diferindo estatisticamente da faixa de cultivo soja¹ e não diferindo de soja⁰ e soja³.

Na média geral do manejo de culturas não teve diferença significativa entre os mesmos, isto se repetiu na variável cobertura de inverno.

A população indicada para a cultura da soja, segundo Reunião...(2006), situa-se em torno de 300.000 plantas.ha⁻¹ ou 30 plantas.m⁻². Variações de 20% nesse número para mais ou para menos, não alteram significativamente o rendimento de grãos para a maioria dos casos, desde que as plantas sejam distribuídas uniformemente, sem muitas falhas.

Portanto, os valores obtidos tanto na safra de 2005/2006 quanto na safra de 2006/2007, estão dentro dos valores indicados.

Segundo Casa & Reis (2004), na Região Sul do Brasil, principalmente nos planaltos, as lavouras de soja, conduzidas em plantio direto, tem apresentado um decréscimo na população final de plantas, devido principalmente à redução no número de plantas emergidas e ao aumento no número de plântulas mortas e de plantas com estatura reduzida, normalmente em reboleiras, mesmo com as sementes tratadas com fungicidas.

Diversos fatores podem interferir no estabelecimento da lavoura, como por exemplo, aspectos de qualidade e da origem da semente utilizada, semeadura em solo com umidade satisfatória (CARRARO & PESKE, 2005), disponibilidade hídrica antes e após a semeadura, população de plantas, época de semeadura, potencial produtivo da cultivar, condições climáticas e disponibilidade de nutrientes, ataque de agentes nocivos como plantas daninhas, pragas e doenças como os que causam lesões na radícula, no hipocótilo e cotilédones das plântulas, fungos habitantes do solo ou veiculados pela

semente (CASA & REIS, 2004) e a presença e a quantidade de restos culturais remanescentes sobre o solo após a colheita (MORAES, 2004).

O solo da área experimental pode ser considerado supressivo para os agentes causais dos problemas de germinação, emergência e estabelecimento de plântulas de soja.

4.4 Incidência das podridões radiculares

Analisando os dados da safra de 2004/2005 (Tabela 5), observou-se que a menor incidência de PR, em relação ao manejo do solo, foi na faixa de cultivo soja² (dois anos soja sobre dois anos milho), embora tenha sido cultivada sobre os restos culturais de soja. Já o sistema de cultivo monocultura (soja⁰), apresentou a maior incidência de PR.

Em se tratando de manejo do solo sobre diferentes coberturas de inverno, a menor incidência de PR ocorreu na faixa de cultivo soja¹ sobre a cobertura de nabo forrageiro. Isso pode ser explicado devido ao nabo não ser hospedeiro do complexo de fungos que causam podridões radiculares em soja.

Na média geral sobre o sistema de cultivo de inverno o cultivo sobre a cobertura de aveia apresentou maior incidência não diferindo estatisticamente da faixa sem cultivo (pousio), do azevém e do trigo, sendo que a menor incidência ocorreu sobre a faixa de cultivo de nabo forrageiro o qual não diferiu estatisticamente da ervilhaca.

Na safra de 2005/2006 (Tabela 6), as menores incidências de PR, em relação ao manejo do solo, foram nas faixas de cultivo soja¹ (dois anos soja sobre um ano milho) e soja³ (um ano soja e um ano milho) as quais foram cultivadas sobre os restos culturais de milho.

Tabela 5- Incidência (%) podridões radiculares da soja em diferentes sistemas de cultivo. UPF/Passo Fundo – RS- Safra 2004/05

Coberturas	Manejo de culturas			Média
	Soja ^{0X}	Soja ^{1Y}	Soja ^{2Z}	
----- (%) -----				
Pousio	A 53,8 a	A 50,4 a	B 19,7 a	41,3
Aveia	A 65,5 a	A 49,4 a	B 20,3 a	45,1
Ervilhaca	A 48,9 a	B 25,5 ab	B 12,2 a	28,9
Azevém	A 58,5 a	A 39,5 ab	B 14,5 a	37,5
Nabo	A 42,1 a	B 19,5 b	B 12,4 a	24,7
Trigo	A 65,2 a	B 34,8 ab	C 11,1 a	37,0
Média	55,6	36,5	15,1	
C.V.(%)	33,6			

Médias seguidas da mesma letra, minúsculas na coluna e as maiúsculas na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

^x Soja⁰ - Cultivo de soja/soja todos os anos.

^y Soja¹ - Cultivo de soja dois anos e rotação de um ano com milho.

^z Soja² - Cultivo de soja dois anos e rotação de dois anos com milho.

Tabela 6- Incidência (%) de podridões radiculares da soja em diferentes sistemas de cultivo. UPF/Passo Fundo – RS- Safra 2005/06

Coberturas	Manejo de culturas				Média
	Soja ^{0W}	Soja ^{1X}	Soja ^{2Y}	Soja ^{3Z}	
----- Incidência (%) -----					
Pousio	A 99,2 a	CB 76,8 a	BA 96,4 a	C 65,9 a	84,6
Trigo	A 98,9 a	CB 76,4 a	BA 94,6 a	C 61,1 a	82,8
Nabo	A 97,1 a	BA 77,3 a	BA 81,0 a	B 73,6 a	82,2
Aveia	A 98,4 a	BA 82,9 a	BA 89,0 a	B 75,6 a	86,4
Ervilhaca	A 97,8 a	BA 81,8 a	BA 86,6 a	B 71,7 a	84,5
Azevém	A 98,1 a	B 52,2 b	A 89,1 a	B 61,7 a	75,3
Média	98,2	74,6	89,4	68,3	
C.V.(%)	12,8				

Médias seguidas da mesma letra, minúsculas na coluna e as maiúsculas na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

^W Soja⁰ - Cultivo de soja/soja todos os anos.

^X Soja¹ - Cultivo de soja dois anos e rotação de um ano com milho.

^Y Soja² - Cultivo de soja dois anos e rotação de dois anos com milho.

^Z Soja³ - Cultivo de um ano soja e um ano milho.

A menor incidência de podridões radiculares em relação ao manejo do solo sobre diferentes coberturas de inverno foi sobre o cultivo do azevém no sistema de rotação soja¹. Entre as demais coberturas de inverno e o pousio, não houve diferença significativa para a incidência de podridões radiculares.

Tanto na safra de 2004/2005 quanto na safra de 2005/2006, observou-se que, em se tratando de manejo do solo, a faixa de monocultura de soja predominou a ocorrência de podridões radiculares (PR), portanto, pode-se destacar que houve interação entre os diferentes

maneios de cultivo da soja. Com base nos resultados obtidos do cultivo da soja¹ e a soja³, conclui-se que estes sistemas de rotação de culturas apresentaram a menor incidência de podridões radiculares. Mesmo assim não foram suficientes para um controle satisfatório dessas doenças radiculares da soja.

Pode-se observar que não houve evidência da ocorrência da supressividade do solo para as podridões radiculares, devido à alta incidência de *M. phaseolina*, que pode ser explicado em virtude das condições climáticas favoráveis, clima seco, nas duas safras consecutivas.

Não se observou a ocorrência de plantas com sintomas de “folha carijó”, característica da PV, nem a morte em reboleira na área experimental. Os sintomas observados caracterizam-se pela desfolha precoce de plantas individuais, não em reboleiras, dando a impressão de amadurecimento desuniforme. Não se detectou, também, a presença de plantas mortas, podendo-se deduzir que as PR ocorrentes causaram síndrome crônica e não aguda. A ausência de sintomas secundários dificultou a diagnose das PR, como citado por Reis et al (2004a), trabalhou-se com podridões silenciosas.

As podridões radiculares atualmente são as doenças consideradas de mais difícil controle e a resistência genética tem sido pouco eficiente em minimizar os danos.

O controle biológico, raramente elimina o patógeno, mas sim reduz sua densidade de inoculo ou sua potencialidade em causar doença,

podendo ser alcançado com pouca ou nenhuma redução na população do patógeno, ou sem prevenir a infecção (Baker e Cook apud REIS, 1991).

Segundo Reis (1991), tratamentos drásticos do solo, com métodos químicos ou físicos, tendem a produzir grande flutuação no nível da doença, enquanto que o biológico tende a sua estabilidade.

Em algumas situações, a rotação de cultura, do milho com a soja, não tem apresentado resultados satisfatórios, como por exemplo, para o controle da rizoctoniose e da podridão vermelha (YORINORI, 2000).

Salton et al. (1998) afirma que os desafios em SPD, atualmente, são as doenças radiculares, principalmente devido à compactação do solo, que favorece o estresse hídrico. Por não revolver o solo, o SPD apresenta, geralmente, uma elevação da densidade do solo na camada superficial, de 0 a 10 cm, a qual, sob condições normais, não causa problemas e tende a desaparecer com o decorrer dos anos. Entretanto, se o SPD for mal conduzido (ausência de rotação de culturas e/ou de cobertura adequada do solo, semeadura em condições de excesso de umidade), pode ocorrer compactação nas camadas de 8 a 15 cm.

De acordo com Reunião Técnica... (2006) no Rio Grande do Sul, tem-se observado que a realização das práticas de semeadura de soja em SPD em solos com elevado teor de argila e em condições de excesso de umidade, causando compactação das paredes laterais do sulco de semeadura, está aumentando a incidência de podridões radiculares, principalmente no início do desenvolvimento da cultura. Os sintomas nas

plantas são necrosamento da extremidade da raiz principal e, nas folhas, amarelecimento e necrosamento dos bordos, semelhante à deficiência de potássio. Das raízes, são isolados fungos dos gêneros *Fusarium* e *Rhizoctonia*, provavelmente saprófitas, aproveitando-se do estresse sofrido pelas raízes. Tais sintomas também vêm sendo observados nos locais de trânsito de máquinas. Solos compactados favorecem o desenvolvimento de todas as doenças radiculares, como podridão vermelha da raiz, podridão da raiz e da haste e podridão cinza da raiz, em soja, e podridões por *Fusarium*, em feijão.

Wrather et al. (1995), conduziram um estudo de três anos com plantas de soja em parcelas manejadas sob SPD e observaram que estas apresentaram significativamente mais podridão vermelha da raiz que em parcelas cujo preparo do solo foi realizado com disco ou com sulcador. Rupe (1999), sugeriu que a restrição do crescimento de raízes e o aumento do teor de umidade no solo, devido ao aumento da densidade do solo verificado nas parcelas em SPD, tenham causado o aumento da doença.

4.5 Rendimento e seus componentes

Analisando os dados da Tabela 7, que representa a safra 2004/2005, pode-se observar que em se tratando de efeito de diferentes sistemas de cultivo sobre rendimento de grãos, a faixa de cultivo soja²

teve o maior rendimento, e entre as faixas de cultivo soja⁰ e soja¹ não houve diferença estatística significativa.

Em relação as diferentes coberturas de inverno, não houve diferença estatística significativa entre elas nos três sistemas de cultivo.

Tabela 7- Efeito de diferentes sistemas de cultivo sobre o rendimento de grãos de soja kg.ha⁻¹. UPF/Passo Fundo – RS- Safra 2004/05

Coberturas	Manejo de culturas			Média
	Soja ^{0x}	Soja ^{1y}	Soja ^{2z}	
----- kg.ha ⁻¹ -----				
Pousio	AB 1934,4 a	B 1822,3 a	A 2141,3 a	1966,0
Aveia	AB 2027,4 a	B 1916,6 a	A 2262,4 a	2068,8
Ervilhaca	B 1878,5 a	AB 1971,2 a	A 2229,8 a	2026,5
Azevém	A 1942,7 a	A 1944,2 a	A 2135,9 a	2007,6
Nabo	A 2086,5 a	A 1873,7 a	A 2167,5 a	2042,5
Trigo	A 1913,8 a	A 2091,8 a	A 2032,9 a	2012,8
Média	1963,9	1936,6	2161,6	
C.V.(%)	9,0			

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%. Letras minúsculas comparam as médias na coluna e as maiúsculas na linha.

^x Soja ⁰ - Cultivo de soja/soja todos os anos.

^y Soja ¹ - Cultivo de soja dois anos e rotação de um ano com milho.

^z Soja ² - Cultivo de soja dois anos e rotação de dois anos com milho.

Tabela 8- Efeito de diferentes sistemas de cultivo sobre o peso de mil grãos. UPF/Passo Fundo – RS - Safra 2004/05

Coberturas	Manejo de culturas			Média
	Soja ^{0X}	Soja ^{1Y}	Soja ^{2Z}	
	----- PMG -----			
Pousio	AB 210,7 a	B 203,7 a	A 214,8 a	209,7
Aveia	A 219,4 a	A 213,4 a	A 215,0 a	215,9
Ervilhaca	A 211,9 a	A 215,2 a	A 219,8 a	215,6
Azevém	A 214,3 a	A 213,6 a	A 217,6 a	215,2
Nabo	A 212,2 a	A 212,7 a	A 217,9 a	214,3
Trigo	A 206,6 a	A 208,5 a	A 211,2 a	208,7
Média	212,5	211,2	216,1	
C.V.(%)	3,0			

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%. Letras minúsculas comparam as médias na coluna e as maiúsculas na linha.

^X Soja⁰ - Cultivo de soja/soja todos os anos.

^Y Soja¹ - Cultivo de soja dois anos e rotação de um ano com milho.

^Z Soja² - Cultivo de soja dois anos e rotação de dois anos com milho.

Tabela 9- Efeito de diferentes sistemas de cultivo sobre o rendimento de grãos de soja (kg.ha⁻¹). UPF/Passo Fundo – RS- Safra 2005/06

Cobertura	Manejo de culturas				Média
	Soja ^{0W}	Soja ^{1X}	Soja ^{2Y}	Soja ^{3Z}	
----- Rendimento em kg.ha ⁻¹ -----					
Pousio	B 3.073,3 a	BA3.367,3 a	BA3.514,1 a	A 3.579,6 a	3.383,6
Trigo	B 2.834,9 a	BA3.038,7 a	BA3.272,8 a	A 3.446,8 a	3.148,3
Nabo	A 3.048,1 a	A 3.175,9 a	A 3.365,4 a	A 3.103,8 a	3.173,3
Aveia	B 2.608,8 a	BA 3.019,2 a	A 3.220,5 a	A 3.222,6 a	3.017,7
Ervilha	A 2.920,6 a	A 3.167,1 a	A 3.294,0 a	A 3.265,3 a	3.161,7
Azevém	A 2.963,2 a	A 3.120,0 a	A 3.228,8 a	A 3.267,2 a	3.144,8
Média	2.908,2	3.148,0	3.315,9	3.314,2	
C.V.(%)	8,0				

Médias seguidas de mesma letra, minúsculas na coluna e as maiúsculas na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

^W Soja⁰ - Cultivo de soja/soja todos os anos.

^X Soja¹ - Cultivo de soja dois anos e rotação de um ano com milho.

^Y Soja² - Cultivo de soja dois anos e rotação de dois anos com milho.

^Z Soja³ - Cultivo de um ano soja e um ano milho.

Tabela 10- Efeito de diferentes sistemas de cultivo sobre o peso de mil grãos de soja. UPF/Passo Fundo – RS- Safra 2005/06

Cobertura	Manejo de culturas				Média
	Soja ^{0W}	Soja ^{1X}	Soja ^{2Y}	Soja ^{3Z}	
	----- g -----				
Pousio	A 160,7 a	A 159,0 a	A 165,5 a	A 160,8 a	161,5
Trigo	A 161,6 a	A 160,3 a	A 168,3 a	A 161,5 a	162,9
Nabo	A 161,8 a	A 158,3 a	A 163,7 a	A 153,8 a	159,4
Aveia	A 154,6 a	A 161,0 a	A 162,1 a	A 159,9 a	159,4
Ervilha	A 161,1 a	A 158,5 a	A 166,1 a	A 161,4 a	161,8
Azevém	A 161,8 a	A 161,8 a	A 167,9 a	A 165,1 a	164,2
Média	160,3	59,8	165,6	160,4	
C.V.(%)	3,5				

Médias seguidas de mesma letra, minúsculas na coluna e as maiúsculas na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

^W Soja⁰ - Cultivo de soja/soja todos os anos.

^X Soja¹ - Cultivo de soja dois anos e rotação de um ano com milho.

^Y Soja² - Cultivo de soja dois anos e rotação de dois anos com milho.

^Z Soja³ - Cultivo de um ano soja e um ano milho.

No que diz respeito a efeito de diferentes sistemas de cultivo sobre o peso de mil grãos de soja (Tabela 8), observa-se que no sistema de cultivo soja² obteve-se o maior rendimento e, o menor rendimento ocorreu sobre a faixa de pousio no sistema de cultivo soja¹ e, em relação a diferentes coberturas de inverno, não houve diferença estatística significativa.

Em relação aos dados da safra de 2005/2006 (Tabela 9), observa-se que no cultivo de soja monocultura e soja¹, que é feito rotação dois anos soja com um ano milho, pode-se observar que ambos

apresentaram na cobertura de aveia o menor rendimento, não diferindo estatisticamente do pousio e do trigo, isto pode ser explicado, no que diz respeito à aveia, a menor população de plantas reflete no menor rendimento.

Na média geral, o sistema de cultivo da soja monocultura foi o que apresentou o menor rendimento, isto pode ser explicado devido uma maior percentagem de plantas com podridões radiculares, os demais sistemas de cultivo tiveram maior rendimento não havendo diferença estatística entre si. Mediante estes dados pode-se dizer que procedendo a rotação de cultura com um ano milho, no sistema de cultivo de soja, é o suficiente para obter um rendimento superior ao sistema de monocultura.

A exemplo do rendimento de grãos, para a variável peso de mil grãos (PMG) (Tabela 10), não houve diferença significativa entre as coberturas de inverno e do pousio.

Houve diferença significativa entre o manejo de culturas, sendo que, a faixa de cultivo soja² foi superior aos demais sistemas de cultivo. As demais interações não apresentaram diferença estatística.

Estudos realizados por Silva et al. (1997), comprovaram que o sistema plantio direto e o estabelecimento de culturas de inverno para cobertura do solo são as técnicas que tem adquirido importância na manutenção e melhoria das produtividades das culturas de verão.

Avaliando a produção de soja no sistema de semeadura direta, sob diferentes espécies de palhadas, exclusivas ou consorciadas com gramíneas, Teixeira Neto et al. (2001) verificaram diferenças

significativas entre os tratamentos, sendo que as maiores produtividades foram alcançadas com o consórcio de gramíneas e leguminosas.

Em um experimento para avaliar a produtividade de grãos de milho e soja após culturas de inverno, no Rio Grande do Sul, Pereira & Carbonera (1994) não observaram efeito significativo do tipo de sucessão sobre a produtividade de grãos de soja, que correspondeu a 2.969 e 2.920 Kg.ha⁻¹ após aveia e triticale respectivamente.

Já Santos & Lhamby (2001), no Município de Passo Fundo-RS, obtiveram produção de grãos e a altura das plantas de soja superiores nos tratamentos com aveia preta, aveia branca e trigo em relação ao linho e ao pousio de inverno, em seis anos de rotação, na qual as culturas de inverno foram implantadas com preparo convencional e a soja em sistema de plantio direto.

O incremento dos níveis de resíduos vegetais na superfície do solo em semeadura direta de soja reduz a infestação de muitas plantas daninhas. Vidal et al. (1998) realizando um experimento de semeadura direta de soja sobre palhada de aveia preta observou que na ausência de infestação de plantas daninhas, não há efeito sobre a produção da cultura da soja, porém quando controle plantas daninhas depende da cobertura do solo com palha, ocorre um aumento na produção da soja com o incremento dos níveis de resíduos deixados pela aveia preta.

4.6 Quantificação do período de decomposição dos restos culturais da soja

Observando o gráfico de tempo de decomposição dos restos culturais da soja (Figura 5), verifica-se que após 30 meses expostos em condições de campo, os resíduos da soja não foram totalmente decompostos, sendo que houve 88,7% de decomposição, restando ainda 11,3% para que o processo de decomposição seja completado.

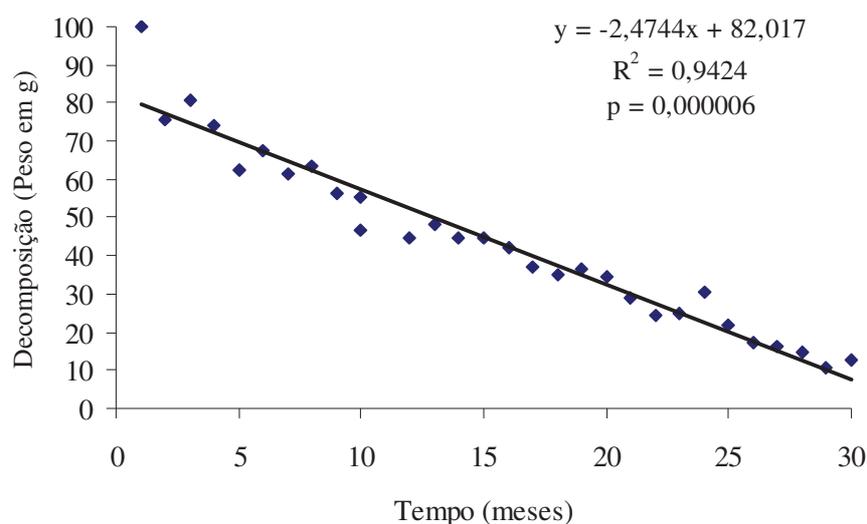


Figura 5- Decomposição dos restos culturais da soja sob condições de campo em recipientes de tela plástica. UPF/Passo Fundo-RS – Safra 2006/2007.

Em experimento realizado por Costamilan et al. (1999), foi constatado que o tempo necessário para completa decomposição dos restos culturais da soja foi de 27 meses.

A decomposição dos restos culturais da soja é uma variável de importância no sistema de plantio direto, adotado pela maioria dos produtores nos dias de hoje, e é fundamental o conhecimento de sua dinâmica. Segundo Padovan et al. (2006), o plantio direto, em relação à ciclagem biológica, tende à máxima conservação de nutrientes em um agroecossistema. O não revolvimento do solo e a manutenção da palhada reduzem as perdas de nutriente.

Em trabalho publicado por Padovan et al. (2006) são citados vários fatores envolvidos no processo de decomposição, como microrganismos decompositores, temperatura, umidade, vento, uso do solo pela fauna, fragmentação física, lixiviação e teor de matéria orgânica do solo. E além desses fatores, Padovan et al. (2006) enfatiza que as influências climáticas envolvidas auxiliam na liberação de nutrientes necessários para o processo de decomposição, e também que há fatores intrínsecos aos resíduos vegetais, como a sua composição bioquímica, principalmente o teor de lignina e a relação C/N, que exercem papel preponderante no processo de decomposição. Palm & Sanches (1991) apud Padovan et al. (2006) relatam que a porcentagem de lignina, nos tecidos das plantas, influencia o processo de decomposição do resíduo vegetal e a liberação dos nutrientes, principalmente o N. Frankenberger Júnior & Abdelmagid apud Padovan et al. (2006) enfatizam que em

plantas que apresentam alto teor de lignina, a decomposição ocorre mais lentamente.

Poucos estudos envolvendo a perda de massa e a liberação de nutrientes através da decomposição de resíduos no sistema de plantio direto, nas nossas condições climáticas, foram, até agora, desenvolvidos, menos ainda em condições de campo e durante um período de tempo longo.

A decomposição dos restos culturais da soja além de influenciar na liberação de nutrientes no solo, influencia também na quantidade de inóculo de patógenos necrotróficos presentes nos restos culturais. Os restos culturais da soja mantêm viáveis patógenos necrotróficos causadores de doenças à cultura e, além disso, hospedam alguns patógenos de outras espécies, como trigo e milho (BAIRD et al., 1997).

Adee et al. (1994) relatam que devido à lenta decomposição dos resíduos da soja, acabam por concentrar alta densidade de inóculo do agente causal da podridão parda da haste de soja, acarretando epidemias severas.

Adee et al. (1997) mencionam que a viabilidade de fungos necrotróficos sobre restos culturais em sistema plantio direto é maior do que em resíduos enterrados. Eles detectaram fungos necrotróficos em resíduos da superfície após 30 meses, enquanto que nos resíduos enterrados desapareceram após 11 a 17 meses.

Segundo Reis et al. (2001), a presença dos restos culturais numa lavoura, indica a presença do patógeno na área. Para determinar-se o período de rotação, ou quando uma cultura deva retornar na mesma área, torna-se necessário determinar o período de decomposição da cultura como conduzido neste trabalho.

Costamilan (2004) enfatiza que para a eliminação de patógenos necrotróficos com baixa habilidade de competição saprofítica, ou seja, para aqueles que permanecem viáveis apenas nos restos culturais, torna-se indispensável a adoção de rotação de culturas, visando o tempo necessário à decomposição natural de restos culturais infectados.

Pois, rotação de cultura pode ser definida como a alternância ordenada de diferentes espécies de plantas, num espaço de tempo, na mesma área, obedecendo, finalidades definidas, sendo que uma espécie vegetal não é repetida, no mesmo lugar, com intervalo menor que dois e, se possível, três ou mais anos (DERPSCH, 1985).

Segundo Reis et al. (2004b), o efeito principal da rotação de culturas relaciona-se a fase de sobrevivência do patógeno. Nesta fase, os patógenos são submetidos a uma intensa competição microbiana, durante a qual, geralmente, levam desvantagens. Correm, também, o risco de não encontrar o hospedeiro, o que determina, geralmente, sua morte por desnutrição. No caso das plantas anuais, como a soja e o milho, isto ocorre no período entre dois cultivos, durante a fase saprofítica.

4.7 Identificação dos fungos patogênicos envolvidos com as podridões radiculares da soja

Conforme os dados apresentados nas Tabelas 11, 12, 13 e 14, observa-se que os principais fungo envolvidos com as podridões radiculares, presentes na área experimental da FAMV na safra de 2004/2005, foram *Macrophomina* sp., *F. solani*, *Phomopsis* sp., *Rhizoctonia* sp. e *Fusarium* sp. Esses fungos foram isolados em quatro diferentes meios de cultura.

Macrophomina sp. foi o fungo que obteve a maior incidência nos quatro diferentes meios de cultura sendo que, desses quatro apenas o meio iprodiona obteve a menor incidência (3,2%) e no meio Farinha de milho ágar obteve a maior incidência (19,4%). Seguindo a seqüência de maior incidência, foi observado a presença de *F. solani*, *Phomopsis* sp., *Rhizoctonia* sp. e *Fusarium* sp..

Tabela 11– Incidência (%) de fungos isolados em meio de ¼ BDA, do sistema radicular de plantas de soja com podridão radicular. Passo Fundo-RS – Safra 2004/05

Fungos Isolados	Meio 1/4 BDA					
	----- Incidência (%) -----					
	Soja ⁰		Soja ¹		Soja ²	
	Doente	Sadia	Doente	Sadia	Doente	Sadia
<i>Fusarium solani</i>	0	1,6	0	0,8	11,2	0
<i>Macrophomina</i> sp.	0	11,6	24,8	10,8	39,6	10,4
<i>Phomopsis</i> sp.	0	0	0	0	18,4	0
<i>Rhizoctonia</i> sp.	0	0	0	0	0	0
<i>Fusarium</i> sp.	0	0	0	0	4	0

Tabela 12– Incidência (%) de fungos isolados em meio Iprodiona, do sistema radicular de plantas de soja com podridão radicular. Passo Fundo-RS – Safra 2004/2005

Fungos Isolados	Meio Iprodiona					
	----- Incidência (%) -----					
	Soja ⁰		Soja ¹		Soja ²	
	Doente	Sadia	Doente	Sadia	Doente	Sadia
<i>Fusarium solani</i>	0	0	1,2	0,8	28,4	0,4
<i>Macrophomina</i> sp.	0	0	0	0	19,6	0
<i>Phomopsis</i> sp.	0	0	0	0	3,6	0
<i>Rhizoctonia</i> sp.	0	0	0	0	0,8	0
<i>Fusarium</i> sp.	0	0	0	0	0	0

Tabela 13– Incidência (%) de fungos isolados em meio de Água - Ágar, do sistema radicular de plantas de soja com podridão radicular. Passo Fundo-RS – Safra 2004/05

Fungos Isolados	Meio Água – Agar					
	----- Incidência (%) -----					
	Soja ⁰		Soja ¹		Soja ²	
	Doente	Sadia	Doente	Sadia	Doente	Sadia
<i>Fusarium solani</i>	0	0	0	0,8	2,4	0,4
<i>Macrophomina</i> sp.	8	13,6	32,4	14	39,2	8,8
<i>Phomopsis</i> sp.	0	0	0	0	0,8	0
<i>Rhizoctonia</i> sp.	0	0	0	0	2	0
<i>Fusarium</i> sp.	0	0	0	0	0	0

Tabela 14– Incidência (%) de fungos isolados em meio de Farinha de Milho - Ágar, do sistema radicular de plantas de soja com podridão radicular. Passo Fundo-RS – Safra 2004/05

Fungos Isolados	Meio Farinha de Milho – Agar					
	----- Incidência (%) -----					
	Soja ⁰		Soja ¹		Soja ²	
	Doente	Sadia	Doente	Sadia	Doente	Sadia
<i>Fusarium solani</i>	1,2	2,8	0	0,8	2,4	8,8
<i>Macrophomina</i> sp.	14,8	17,6	28,4	11,2	36,8	7,6
<i>Phomopsis</i> sp.	0	0	0	0	10	0
<i>Rhizoctonia</i> sp.	0	0	0	0	3,2	0
<i>Fusarium</i> sp.	0	0	0	0	0	5,2

Em relação aos meios de cultura, o meio Água-ágar obteve a maior recuperação de fungos, sendo que a maior incidência continua sendo *Macrophomina* sp. e a menor de *Fusarium* sp..

Em relação ao sistema de cultivo, apesar de obter a menor incidência de podridões radiculares sintomática, a soja² foi o sistema de cultivo que obteve a maior recuperação de fungos causadores de podridões radiculares.

Dentre os fungos causadores de PR, detectou-se a presença de *Phomopsis* sp, porém com baixa incidência quando comparados aos dados obtidos por Moraes (2004), que obteve incidência elevada. Fungos deste gênero têm sido citados como causadores de doenças da parte aérea da planta, porém foram detectados junto ao complexo de fungos causadores de PR.

As doenças em geral limitam a obtenção de altos rendimentos da lavoura (YORINORI, 1986) e segundo Casa e Reis (2004) a maioria das doenças da soja são causadas por fungos.

Segundo Reis et al. (2004a), as podridões radiculares merecem destaque entre as inúmeras doenças que ocorrem na soja. Em geral, são consideradas as doenças de controle mais difícil e, considerando os danos que causam, tem recebido pouca atenção, sendo consideradas doenças abandonadas pelos investigadores.

Yorinori (1993) enfatiza que algumas doenças são de ocorrências mais restritas e limitadas a algumas regiões e áreas, e que chegam a provocar significativa queda de produção quando as condições de clima e/ou solo são favoráveis.

Yorinori (1993) chama a atenção para doenças como seca da haste e vagem (*Phomopsis spp.*), mancha alvo / podridão radicular [*Corynespora cassicola* (Berk. & Curt.) Wei.], mela das folhas (*R. solani*), podridão branca da haste [*Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary], podridão parda da haste [*Phialophora gregata* (Allinton & ChMB.) W. Gams] e novas doenças recém identificadas como podridão radicular vermelha (*F. solani* f.sp. *glycines*) e podridões radiculares causadas por *M. phaseolina* e *Cylindrocladium clavatum* (Hodges & May), dentre outras, para que sejam consideradas em programas de melhoramento com vistas ao desenvolvimento de cultivares resistentes ou tolerantes.

Especificamente em relação à rotação de cultura como forma de controle das podridões radiculares, uma pesquisa conduzida em condições favoráveis, com braquiária [*Braquiaria plantaginea* (Link)], por Kluthcouski et al. (2004), mostrou que esta foi capaz de reduzir patógeno *F. solani* f.sp. *phaseoli* no solo. A diminuição foi por ordem de 60%. Posteriormente, resultados obtidos em experimentos de campo instalados em área de produtores, além de confirmarem a supressividade à *F. solani*, indicaram que a braquiária poderia induzir supressividade também à *R. solani*.

Segundo Kluthcouski et al. (2004), de maneira geral, independente do tipo de enfermidade a ser controlada, a rotação de cultura, um eficiente manejo do solo com preparo, adubação e calagem adequados, o plantio na época mais apropriada, irão garantir uma colheita mais abundante.

4.8 Dados climáticos

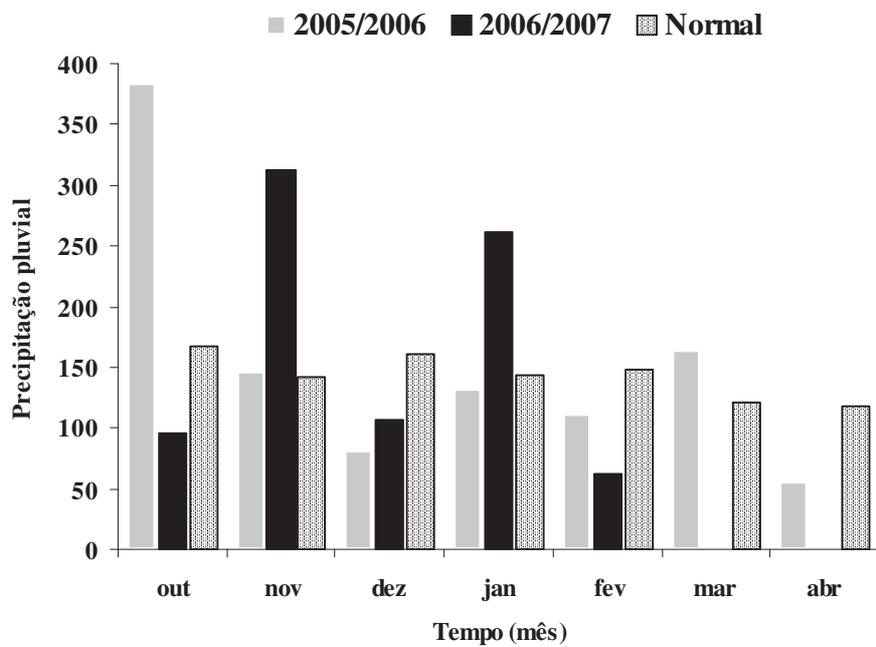
A necessidade total de água na cultura da soja, para obtenção do máximo rendimento, varia entre 450 a 800 mm/ciclo, dependendo das condições climáticas, do manejo da cultura e da duração do ciclo (EMBRAPA INFORMÁTICA, 2007c).

Em relação à temperatura, a soja melhor se adapta a temperaturas do ar entre 20° C e 30°C; a temperatura ideal para seu crescimento e desenvolvimento está em torno de 30° C (EMBRAPA INFORMÁTICA, 2007c).

O experimento em questão foi conduzido durante as safras de verão de 2005/06 e 2006/07. No ano de 2005 obteve-se informações climáticas segundo Cunha (2007a), de que foi um período com precipitação pluvial abaixo da normal, totalizando 2085,1 mm de janeiro a dezembro e com total em relação a normal atual de 85% e no ano de 2006 também foi um período com precipitação pluvial abaixo da normal, totalizando 1573,2 mm de janeiro a dezembro e com total em relação a normal atual de 88%.

Pela classificação de Köppen, Passo Fundo (28°15' S, 52° 24' W e 687 m de altitude) está localizada na Zona Climática fundamental temperada, apresentando clima do tipo fundamental úmido e variedade específica subtropical (CUNHA, 2007b).

Desse modo, o clima local é descrito como subtropical úmido, com chuva bem distribuída durante o ano e temperatura média do mês mais quente superior a 22 °C. (CUNHA, 2007b).



Anexo 1- Precipitação pluvial total (mm) nas safras 2005/2006 e 2006/2007 (período de condução do experimento) e precipitação pluvial normal. UPF/Passo Fundo – RS, 2007. Fonte: Embrapa Trigo (www.cnpt.embrapa/agromet/).

5 CONCLUSÕES

- a- O solo da área experimental pode ser considerado supressivo para os problemas de germinação e emergência de plântulas;
- b- Ainda não se observou o efeito supressivo do solo para as podridões radiculares da soja;
- c- A incidência de podridões radiculares aumentou na safra com baixa precipitação pluvial;
- d- O principal fungo isolado, relacionado com as podridões radiculares, foi *Macrophomina phaseolina*;
- e- Apesar de baixa incidência, detectou-se a presença de *Phomopsis* sp em raízes de soja.
- f- Houve aumento do rendimento de grãos de soja em função da rotação com milho;

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Trabalhos de práticas culturais devem ser conduzidos em maior número visando ao controle de podridões radiculares em soja.

Trabalhos de patogenicidade devem ser conduzidos para esclarecer o envolvimento de *Phomopsis* sp com as podridões radiculares em soja.

Pesquisa deve ser feita visando à quantificação de danos causados em soja.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

ADEE, E.A.; GRAU, C.R.; OPLINGER, E.S. Inoculum density of *Phialophora gregata* related to severity of brown stem rot and yield of soybean in microplot studies. *Plant Disease*, v.79, p.68-73, 1994.

ADEE, E.A.; GRAU, C.R.; OPLINGER, E.S. Population dynamics of *Phialophora gregata* in soybean residue. *Plant Disease*, v.81, p.199-203, 1997.

ALMEIDA, A.M.R.; TORRES, E.; FARIAS, J.R.B.; BENATO, L.C.; PINTO, M.C.; MARIN, S.R.R. *Macrophomina phaseolina* em soja: sistemas de semeadura, sobrevivência em restos de cultura e diversidade genética. Londrina: Embrapa Soja. 2001.

ATHOW, K.L.; CALDWELL, R.M. A comparative study of diaporthe stem canker and pod stem blight of soybeans. *Phytopatology*, v.44, p.319-325. 1954.

BAI, G.; SHANER, G. Scab of weath: prospects for control. *Plant Disease*. v. 78, p. 760 –766. 1994.

BAIRD, R.E.; MULLINIX, B.G.; PERRY, A.B.; LANG, M.L. Diversity and longevity of the soybean debris mycobiota in a no-tillage system. *Plant Disease*, v.8, p.530-534, 1997.

BLUM, M.M.C. *Pyrenophora avenae*: ocorrência, inóculo, patogenicidade e sobrevivência. Dissertação de Mestrado em Agronomia. UFRGS, Porto Alegre, 1997. 111p.

BOOTH, C. *The genus Fusarium*. England: Kew, Commonwealth Mycological Institute. 1971. 237p.

CARDOZO MUNOZ, C. & MAUCH PALMEIRA, E. Desafios de logística nas exportações brasileiras do complexo agronegocial da soja. In: *Observatorio de la Economía Latinoamericana*, n. 71, 2006.

CARRARO, I.M.; PESKE, S.T. Uso de sementes de soja no Estado do Paraná. *Revista Brasileira de Sementes*. v.27, n.2, p.75-80, 2005.

CASA, R.T.; REIS, E.M. Doenças relacionadas à germinação, emergência e estabelecimento de plântulas de soja em semeadura direta. In: REIS, E.M. *Doenças na cultura da soja*. Passo Fundo: Aldeia Norte Editora, 2004. 128p.

CASELA, C.R.; FERREIRA, A.S.; FERNANDES, F.T.; PINTO, N.F.J.A. *Sistemas de Produção: Doenças Foliares*. Embrapa Milho e Sorgo. Disponível em: <<http://cnpms.embrapa.br/publicações/milho/dfoliares.html>>. Acesso em: 17 janeiro 2007.

COLLINS, D.J., WYLLIE, T.D. & ANDERSON, S.H. Biological activity of *Macrophomina phaseolina* in soil. *Soil Biology and Biochemistry*, v.23, p. 495-496. 1991.

CONAB. *Indicadores Econômicos*: Brasília, 2007. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>> Acesso em: 12 fevereiro de 2007.

COOK, R. J.; BAKER, K.F. *The nature and practice of biological control of plant pathogens*. St. Paul, Minnesota: The American Phytopathological Society. 1983. p.539.

COSTA, R.V.da; CASELA, C.R.; ZAMBOLIN, L.; FERREIRA, A.S. A antracnose no sorgo. *Fitopatologia Brasileira*, v.28, n.4, p.345-354, 2003.

COSTAMILAN, L.M. Estresses ocasionados por doenças e por nematóides. Estádios de desenvolvimento da cultura da soja. *Estresses em soja*. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2000. p.145-200.

COSTAMILAN, L.M. O sistema plantio direto e a doenças de soja e de feijão na Região Sul do Brasil. *Documentos Online. Embrapa Trigo*. n.1. 1999. Disponível em: http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/p_do01.htm>. Acesso em: 15 fevereiro 2007.

COSTAMILAN, L.M.; LHAMBY, J.C.B.; BONATO, E.R. Sobrevivência de fungos necrotróficos em restos de cultura de soja, em sistema de plantio direto. *Fitopatologia Brasileira*, v.22, p.175-177, 1999.

COSTAMILAN, L.M.; LHAMBY, J.C.B. Decomposição de restos de soja e sobrevivência de patógenos. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DO SISTEMA PLANTIO DIRETO, 2, 1997. Passo Fundo. *Anais ...* Passo Fundo: CNPT /Embrapa, 1997. p.181-183.

COSTAMILAN, L.M. Efeitos de sistema de cultivo sobre as doenças da soja. In: REIS, E.M. *Doenças na cultura da soja*. Passo Fundo: Aldeia Norte Editora, 2004. p.33-39.

CUNHA, G.R. *Informações meteorológicas*: Boletim Meteorológico. Disponível em: <<http://www.cnpt.embrapa.br/pesquisa/agromet/index.htm>>. Acesso em: 16 janeiro 2007a.

CUNHA, G.R. *Informações meteorológicas*: Clima de Passo Fundo. Disponível em: <<http://www.cnpt.embrapa.br/pesquisa/agromet/index.htm>>. Acesso em: 16 janeiro 2007b.

DAS, N.D. Effect of different sources of carbon, nitrogen and temperature on the growth and sclerotial production of *Macrophomina phaseolina* (Tass.) Goid. causing root rot / charcoal rot disease of castor. *Indian Journal of Plant Pathology*. v. 6, p. 97-98. 1988.

DELLEMBURG, F.F.; FONTINI, G.; GAUDÊNCIO, C. Efeito de diferentes culturas e adubações verdes na compactação do solo. In: REUNIÃO CENTRO-SUL DE ADUBAÇÃO VERDE E ROTAÇÃO DE CULTURAS, 4, 1993, Passo Fundo, 1993. *Anais...* Passo Fundo: CNPT/Embrapa, 1994. p.176-179.

DENTI, E. A. *Incidência de fungos, efeito das práticas culturais, reação de genótipos e quantificação de danos associados com as podridões da base do colmo do milho (Zea mayz L.)*. 2000. Dissertação (Mestrado em

Agronomia/Fitopatologia) – Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Passo Fundo. Passo Fundo. 2000.

DERPSCH, J.E.; SIDIRAS, N.; HEINZMANN, F.X. Manejo do solo com coberturas verdes de inverno. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. Brasília, v.20, n. 7, p. 761-773, 1985.

DILL-MACKY, R.; JONES, R.K. The effect of previous crop residues and tillage on Fusarium head blight of wheat. *Plant Disease*. v. 84, p. 71-76. 2000.

EMBRAPA INFORMÁTICA. *Sistemas de Produção: Tecnologia de Produção de soja Região Central do Brasil: Apresentação*. Disponível em: < <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Soja/SojaCentralBrasil2003/index.htm>>. Acesso em: 16 jan. 2007a.

EMBRAPA INFORMÁTICA. *Sistemas de Produção: Tecnologia de Produção de soja Região Central do Brasil: Instalação da lavoura*. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Soja/SojaCentralBrasil2003/instalacao.htm>. Acesso em: 12 fevereiro 2007 b.

EMBRAPA INFORMÁTICA. *Sistemas de Produção: Tecnologia de Produção de soja Região Central do Brasil: Exigências Climáticas*. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Soja/SojaCentralBrasil2003/exigencias.htm>. Acesso em: 12 fevereiro 2007 c.

EMBRAPA SOJA. *Sistema alerta. Outras Doenças da Soja*: Londrina, 2006. Disponível em: <<http://www.cnpso.embrapa.gov.br>> Acesso em: 24 outubro de 2006.

FERNANDEZ, M.R.; FERNANDES, J.M.C. Survival of wheat pathogens in wheat and soybean residues under conservation tillage systems in southern and central Brazil. *Canadian Journal of Plant Pathology*. v. 12, p. 289-294. 1990.

FERNANDEZ, M.R. *Manual para Laboratório de fitopatologia*. Passo Fundo: CNPT/Embrapa, 1993. 128p.

FRANÇA NETO, J.B. e KRZYZANOWSKI, F.C. *O controle de qualidade inserido no sistema de produção de sementes*. Disponível em: http://www.abrasem.com.br/materia_tecnica/2004/0002_controle_de_qualidade.htm Acesso em: 12 fevereiro 2007.

FREDERIKSEN, R. A. *Compendium of sorghum Diseases*. 3. ed. St. Paul: The American Phytopathological Society, 1996. 82 p.

FREITAS, T.M.Q.; MENEGHETTI, R.C.; BALARDIN, R.S. Dano devido à podridão vermelha da raiz na cultura da soja. *Ciência Rural*, v.34, n.4, p. 991-996. 2004.

FONTANELI, R.S.; SILVA, G. de; KOEHLER, D. Avaliação de cereais de inverno para duplo propósito. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.31, p. 43-50. 1996.

GASSEN, F. e BORGES, L.D. Importância econômica da soja. In: REIS, E.M. *Doenças na cultura da Soja*. Passo Fundo: Aldeia Norte Editora, 2004. 128p.

GOULART, A.C.P. *Tratamento de sementes de soja com fungicidas*. Artigos Técnicos. Embrapa Agropecuária Oeste. 2006. Disponível em: http://www.agrolink.com.br/sementes/artigos_pg_detalhe_noticia.asp?cod=46251>. Acesso em: 14 fevereiro 2007.

HARTMAN, G.L.; SINCLAIR, J.B.; RUPE, J.C. *Compendium of soybean diseases*. 4. ed. Minnesota, USA: APS Press. 1999.

JULIATTI F.C.; HAMAWAKI, O.T.; CUNHA, E.P.C.; POLIZEL, A.C.; SANTOS, M.A. SHIGIHARA, D. Severidade de doenças fúngicas foliares em genótipos de soja em três locais de plantio. *Bioscience Journal*. v. 22, n.1, p. 83-89. 2006.

KENDING, S.R.; RUPEL, J.C.; SCOTT, H.D. Effect of irrigation and soil water stress on densities of *Macrophomina phaseolina* in soil and roots of two soybean cultivars. *Plant disease*, v. 84. p.895-900. 2000.

KLUTHCOUSKI, J.; COBUCCI, T.; AIDAR, H.; COSTA, J.L.S. *Boletim Informativo da Federação Brasileira de Plantio Direto na Palha*. 2004. Disponível em: <http://www.febrapdp.org.br/boletim_17/informe_17_pagina_5.htm>. Acesso em: 16 jan. 2007.

KOHLI M.M.; REIS, E.M. Estrategias en el control de enfermedades de trigo. In: CONGRESSO NACIONAL DE SIEMBRA DIRECTA, 3, Villa Giardino, Cordoba. p. 174-192. 1994.

LANGE, C.E. *Doenças. A soja em rotação de culturas no plantio direto*. Coord. M.T.B. FUNDACEP-FECOTRIGO. Cruz Alta. 1998.

LODHA, S., MATHUR, B.K.; SOLANKI, K.R. Factors influencing population dynamics of *Macrophomina phaseolina* in arid soils. *Plant and Soil*. v.125, p. 75-80. 1990.

McMULLEN, M., JONES, R.; GALLENBERG, D. Scab of wheat and barley: a re-emerging disease of devastating impact. *Plant Disease*. v.81, p.1340-1348.1997.

MENZIES, J.D. Occurrence and transfer of biological factor in soil that suppresses potato scab. *Phytopathology*. v.49, p.648-652. 1959.

MENEZES, M. & OLIVEIRA, S.M.A. *Fungos Fitopatogênicos*. Recife: UFRPE. Imprensa Universitária. 1993. 277p.

MEHTA, Y.R. & BAREA, G. *Enfermedades de soya y su manejo*. Santa Cruz de la Sierra, Bolívia: Imprenta Landivar S.R.L. 1994. 87p.

MORAES, N.L.M. de. *Efeito da rotação e da sucessão de culturas sobre a emergência de plântulas, a incidência de podridões radiculares e rendimento de grãos de soja*. 2004. Dissertação (Mestrado em

Agronomia/Fitopatologia) – Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2004.

MORGAN-JONES, G. The Diaporthe/Phomopsis complex: Taxonomic considerations. In: WORLD SOYBEAN RESEARCH CONFERENCE, 4. Buenos Aires: Asociacion Argentina de la soja. p. 1699-1706. 1989.

PADOVAN, M.P.; ALMEIDA, D.L. de; GUERRA, J.G.M.; RIBEIRO, R.L.D.; OLIVEIRA, F.L.; SANTOS, L.A.; ALVES, B.J.R.; SOUTO, S.M. Decomposição e liberação de nutrientes de soja cortada em diferentes estádios de desenvolvimento. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.41, n. 4, p.667-672. 2006.

PALM, C.A.; SANCHEZ, P.A. Nitrogen release from the leaves of some tropical legumes as affected by their lignin and polyphenolic contents. *Soil Biology and Biochemistry*, v.23, p.38-88. 1991.

PANISSON, E.; REIS, E.M.; BOLLER, W. Quantificação de propágulos de *Gibberella zeae* no ar e quantificação de anteras em trigo. *Fitopatologia Brasileira*. v. 27, n.5, p.489-494. 2002.

PAVINATO, A.; AITA, C.; CERETTA, C.A.; BEVILAQUA, G.P. Resíduos culturais de espécies de inverno e rendimento de grãos de milho no sistema de cultivo mínimo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. Brasília, v.29, n. 9, p. 1427-1432, 1994.

PEREIRA, F.T.F.; CARBONERA, R. Efeito de diferentes culturas de inverno sobre a produção de grãos de soja (*Glycines Max (L.) Merril*) e do milho (*Zea mays*).In: REUNIÃO CENTRO-SUL DE ADUBAÇÃO VERDE E ROTAÇÃO DE CULTURAS, 4, 1993, Passo Fundo, 1993. *Anais...* Passo Fundo: CNPT/Embrapa, p.173-175. 1994.

PIRES, J.L.F.; COSTA, J.A.; THOMAS, A.L.; MAEHLER, A.R. Efeito de populações e espaçamentos sobre o potencial de rendimento da soja durante a ontogenia. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. v.35, n.8. p.1541-1547. 2000.

PLOPER, L.D. The Diaporthe/Phomopsis disease complex of soybean. In: WORLD SOYBEAN RESEARCH CONFERENCE, 4. Buenos Aires: Asociacion Argentina de la soja. p. 1695-1698. 1989.

POSTIGLIONI, S.R. Rendimento de quatro gramíneas subtropicais isoladas ou em associação com leguminosas. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. Brasília, v.17, n. 10, p. 1457-1463, 1982.

RAGGI, R. Alguns aspectos em la conservacion del suelo y su manejo. In: CONGRESSO NACIONAL DE SIEMBRA DIRECTA, 3, Villa Giardino, Córdoba. p. 90-97. 1994.

REIS, E.M. Perithecial formation of *Gibberella zeae* on senescent stems of grasses under natural conditions. *Fitopatologia Brasileira*. v. 15, p. 52-54. 1990.

REIS, E.M. Solos supressivos e seu aproveitamento no controle de doenças de plantas. IN: BETTIOL, W. *Controle biológico de doenças de plantas*. CNPDA/Embrapa, Jaguariúna, SP. p.181-193. 1991.

REIS, E.M. *Doenças na cultura da Soja*. Passo Fundo: Aldeia Norte Editora, 2004. 128p.

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, 2004a. 128p.

REIS, E.M.; BLUM, M.M.C.; CASA, R.T.; MEDEIROS, C.A. Grain losses caused by the infection of wheat heads by *Gibberella zeae* in southern Brazil, from 1984 to 1994. *Summa Phytopathologica* v.22, p.134-137. 1996.

REIS, E.M.; CASA, R.T.; MEDEIROS, C.A. *Diagnose, patometria, e controle de doenças de cereais de inverno*. Londrina: ES. 2001. 94p.

REIS, E.M.; CASA, R.T.; BRESOLIN, A.C.R. *Manual de diagnose e controle de doenças do milho*. 2.ed. Lages: Graphel, 2004b. 144p.

REIS, E.M.; MARIO, J.L. Quantificação do inóculo de *Diplodia macrospora* e de *D. maydis* em restos culturais, no ar, e sua relação com a infecção em grãos de milho. *Fitopatologia Brasileira*, v.28, n.2, p. 143-147. 2003.

REIS, E.M.; SANTOS, H.P.; LHAMBY, J.C.B.; BLUM, M.M.C. Effect of soil management and crop rotation on the control of leaf blotches of wheat in southern Brazil. In: CONGRESO INTERAMERICANO DE SIEMBRA DIRECTA – JORNADAS BINACIONALES DE CERO LABRANZA, 1, Villa Giardino, Córdoba: INTA,1992. p. 217-236.

REIS, E.M.; SILVA, C.A.; CASA, R.T.; MEDEIROS, C.A. Decomposição dos restos culturais de trigo e sobrevivência saprofítica de *Bipolaris sorokiniana*. *Fitopatologia Brasileira*, v. 23, p.62-64. 1998.

REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO SUL, 34. 2006, Pelotas. *Indicações técnicas para a cultura da soja no rio Grande do Sul e Santa Catarina 2006/2007*. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2006. 240 p.

REUNIÃO TÉCNICA ANUAL DE MILHO E REUNIÃO TÉCNICA ANUAL DE SORGO, 51 e 34, 2006: Passo Fundo. *Indicações técnicas para o cultivo de milho e de sorgo no rio Grande do Sul 2006/2007*. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2006. 186 p.

ROSSATO, O.B.; CERETTA, C.A.; BRUNETTO, G.; GIROTTO, E.; TRENTIN, E.E.; LOURENZI, C.R.; ADORNA, J.C.; VIEIRA, R.C.B. *Modo de aplicação de calcário e adubação na produção de soja*. Disponível em: http://coralx.ufsm.br/ppgcs/congressos/FertBio_2006/nao%20foi6.pdf. Acesso em: 12 fevereiro 2007.

RUPE, J. C. Epidemiology of the Diaporthe/Phomopsis complex. In: WORLD SOYBEAN RESEARCH CONFERENCE, 4. Buenos Aires: Asociacion Argentina de la soja. p. 1712-1717. 1989.

RUPE, J. C. Epidemiology of sudden death syndrome of soybean. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 1999, Londrina. *Anais...* Londrina: Embrapa Soja, 1999. p.139-148.

SALTON, J.C.; HERNANI, L.C.; FONTES, C.Z. *Sistema plantio direto: o produtor pergunta, a Embrapa responde*. Brasília: Embrapa Produção da Informação. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 1998. 248 p.

SANTOS, H.P.; LHAMBY, J.C.B. Influência de culturas de inverno sobre a produção de grãos de soja cultivada em sistema de rotação de culturas. *Ciência Rural*, v.31, p. 1-6. 2001.

SATURNINO, H.M.; LANDERS, J.N. *O meio ambiente e o plantio direto*. Brasília: SPI/Embrapa, 1997. 116p.

SEGALIN, M.; REIS, E.M. *Meio semi-seletivo para Fusarium graminearum*. No prelo. 2004.

SHEIKH, A.H.; GHAFAR, A. Time-temperature relationships for the inactivation of sclerotia of *Macrophomina phaseolina*. *Soil Biology and Biochemistry*. v. 19, p. 313-315. 1987.

SILVA, P.R.F. et al. Manejo do solo e adubação na cultura do girassol em sucessão à aveia preta. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. Brasília, v.32, n. 6, p. 641-647, 1997.

SINCLAIR, J.B.; BACKMAN, P.A. *Compendium of soybean diseases*. 3.ed. St. Paul: American Phytopathological Society, 1989. 106 p.

SMITH, W.H. Germination of *Macrophomina phaseolina* sclerotia as effected by *Pinus lambertiana* root exudate. *Canadian Journal of Microbiology*. v. 15, p.1387-1391. 1969.

TEIXEIRA NETO, M.L.; LEANDRO, W.M.; KLIEMANN, H.J.; KLUTHCOUSKI, J. Produção de soja em plantio direto, em diferentes espécies de palhadas, isoladas ou consorciadas com gramíneas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIENCIA DO SOLO, 28. Londrina. *Anais...* Londrina: Embrapa/IAPAR/UEL. 2001. p.176.

TORRES, E.; ALMEIDA, A.M.R.; SARAIVA, O.F.; HENNING, A.A. Morte de plântulas de soja provocada pelo excesso de umidade e falta de aeração do solo. *Documentos: Embrapa Soja*, n. 239, 2004. 31 p.

VIDAL, R.A.; THEISEN, G.; FLECK, N.G.; BAUMAN, T.T. Palha no sistema semeadura direta reduz a infestação de gramíneas anuais e aumenta a produtividade da soja. *Ciência Rural*, v.28. p. 373-377. 1998.

WIESE, M.V. *Compendium of wheat diseases*. 2. ed. St. Paul: American Phytopathological Society, 1989. 106 p.

WRATHER, J.A., KENDIG, S.R.; ANAND, S.C.; NIBLACK, T.L.; SMITH, G.S. Effect of tillage, cultivar, and planting date on percentage of soybean leaves with symptoms of sudden death syndrome. *Plant Disease*, v.79, p.560-562, 1995.

YORINORI, J.T. Doenças da soja no Brasil. In: FUNDAÇÃO CARGILL. Soja no Brasil Central. 3.ed. Campinas: Fundação Cargill. p.301-363. 1986.

YORINORI, J.T. Doenças da soja e seu controle. In: ARANTES, N.E.; SOUZA, P.I.M. Cultura da Soja nos Cerrados. Piracicaba/SP: Potafos. p.333-397. 1993.

YORINORI, J. T. *Doenças fúngicas e anomalias da soja*. Londrina: CNPS/Embrapa. 2000. 61 p.

YUYAMA, M.M.; HENNING, A.A. Estudos da associação de *Fusarium graminearum* com a cultura da soja. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 1999, Londrina. *Anais...* Londrina: Embrapa Soja, 1999. p. 453.