

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CAMPUS DE BOTUCATU

**DOENÇAS CAUSADAS POR FUNGOS DE SOLO NA SOJA EM
PLANTIO DIRETO EM CAMPO NATIVO**

WILSON STORY VENANCIO

Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP – Campus de Botucatu, para obtenção do título de Doutor em Agronomia – Área de Concentração em Proteção de Plantas.

BOTUCATU – SP
Julho – 2002

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CAMPUS DE BOTUCATU

**DOENÇAS CAUSADAS POR FUNGOS DE SOLO NA SOJA EM
PLANTIO DIRETO EM CAMPO NATIVO**

WILSON STORY VENANCIO

Orientador: **Prof. Dr. Nilton Luiz de Souza**

Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP – Campus de Botucatu, para obtenção do título de Doutor em Agronomia – Área de Concentração em Proteção de Plantas.

BOTUCATU – SP
Julho – 2002

*Aos meus pais, **Oswaldo**
e **Irene**, pela vida.*

*Ao meu filho **Robinson** e minha esposa **Chadia**,
por saberem dosar estímulo, compreensão e amor.*

*Ao meu orientador, que usou e abusou do
significado da palavra “**mestre**”, conseguindo,
através da perseverança e incentivo, que os resultados
fossem alcançados.*

AGRADECIMENTOS

À Deus, presente em todos os momentos.

A Chadia Zammar e Robinson Martins Venancio, que pela simples existência, tornam possível o suprimento de energia para ultrapassar qualquer desafio, obrigado por vocês permitirem que eu os ame.

Ao Prof. Dr. Nilton Luiz de Souza, pela orientação constante, confiança inabalável, apoio irrestrito, incentivo constante e amizade sincera.

Ao Dr. João Ricardo Alves Pereira (UEPG), pelo estímulo, ensinamentos, apoio e amizade.

À Administração Superior da UEPG, pela oportunidade da realização deste trabalho.

Aos professores, servidores e amigos do Departamento de Produção Vegetal da FCA – UNESP, que em todas as oportunidades sempre demonstraram carinho e amizade, incentivando o nosso trabalho.

Aos professores e amigos da UEPG que souberam ser compreensivos enquanto realizávamos este trabalho.

Aos acadêmicos de Agronomia da UEPG Rafael, André, Alexandre, Rodrigo, Léo, Marcelo, Glauco, Wilbert, Luiz Francisco e, em especial, para Daiane, Jacqueline e Thaís pelo auxílio na coleta de informações.

Ao amigos e servidores da Fazenda Escola “Capão da Onça” – FESCON, que com seu trabalho e determinação permitiram que este trabalho fosse concluído.

Aos amigos Eloir Moresco, Sérgio Celito Bonamigo e Hélio de Oliveira Santos pelas horas de dedicação e trabalho na implantação das áreas de campo.

Ao amigo fiel, Laudy Barbosa Stobbe, que sempre soube se dedicar mais e mais para que não ocorressem falhas nas atividades que se acumularam neste período.

A todos os servidores da FESCON, que com determinação, amizade e profissionalismo ajudaram a vencer os momentos críticos, permitindo maior dedicação a este trabalho.

Aos amigos e colegas Natália, Amauri, Gilberto, Roseli, Janaína, Denise, Viviane, Rafael, Alexandre, César, Simone, Frederico e Andréia, pelo companheirismo e amizade.

Ao amigo Roberto Frederico Merhy, que permitiu, através de jeito conciliador e eficiente, que este caminho fosse trilhado.

A todos que, direta ou indiretamente, colaboraram para a realização deste trabalho.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE QUADROS	VII
LISTA DE FIGURAS	IX
1 RESUMO	1
2 SUMMARY	3
3 INTRODUÇÃO	5
4 REVISÃO DE LITERATURA	9
4.1 Plantio direto	9
4.2 Doenças em Plantio Direto	11
4.3 Microbiota do solo	22
4.4 A cultura da soja	28
4.4.1 Caracterização das principais doenças de solo nos Campos Gerais	30
4.4.1.1 Podridão preta das raízes	30
4.4.1.2 Podridão vermelha da raiz ou Síndrome da morte súbita (SDS)	35
4.4.1.3 Podridão de raiz e da base da haste	39
5 MATERIAL E MÉTODOS	45
5.1 Caracterização da região de implantação do experimento	45
5.2 Caracterização da área	46
5.3 Implantação do experimento	47
5.4 Doenças de solo	53
5.5. Patologia de sementes	54
5.6. Cobertura do solo.....	54

	Página
5.7 Produção	55
6 RESULTADOS E DISCUSSÃO	56
6.1 Avaliação de doenças de solo	56
6.2 Avaliação de sanidade de sementes	69
6.3 Avaliação de cobertura do solo	73
6.4 Avaliação de produção	76
7 CONCLUSÕES	82
8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	84

LISTA DE QUADROS

Quadro	Página
1 Histórico da Gleba CN-1, correspondendo a safra, data de plantio e ordem das culturas implantadas.	52
2 Monitoramento de doenças em lavoura de soja, implantada nos sistemas de plantio convencional (PC), direto (PD) e campo nativo (PDCN).	58
3 Estádios de desenvolvimento da cultura da soja (Yorinori et al., 1993).	66
4 Porcentagem de sementes portadoras de patógenos em amostras provenientes de plantas sadias (PS) e plantas doentes (PD) observadas por microscópio estereoscópio, safra 2001/02	70
5 Peso médio de amostras de 100 sementes provenientes de plantas sadias e plantas doentes obtidas em reboleiras de soja infectadas por <i>F. solani</i> f. sp. <i>glycines</i> , <i>R. solani</i> e <i>M. phaseolina</i>	72
6 Dinâmica dos restos culturais em área de PDCN durante o ciclo de desenvolvimento da cultura do soja nas diferentes coberturas de inverno.	74
7 Produtividade da cultura da soja implantada em diferentes sistemas de cultivo no período de 1995 à 2002. Cada safra corresponde à média de 5 avaliações sobre cada repetição da cobertura, ou seja, 20 avaliações por cobertura e 140 avaliações no experimento	77
8 Produtividade de soja na safra 2001/2002 implantada no sistema PDCN em função das coberturas de inverno	79

Quadro	Página
9 Análise química de amostras de solo provenientes da área de PDCN, safra 2001/02, conforme distribuição por coberturas de inverno, composta de 40 sub-amostras por cobertura	80
10 Precipitação mensal, em milímetros, na Região dos Campos Gerais durante o período de avaliação do experimento	81

LISTA DE FIGURAS

Figura	Página
1 Podridão de carvão ou podridão preta das raízes, induzida por <i>Macrophomina phaseolina</i> (Tassi) Goid.	33
2 Podridão vermelha da raiz ou síndrome da morte súbita (SDS), induzida por <i>Fusarium solani</i> (Mart.) Sacc. f. sp. <i>glycines</i> (Burk.) Snyder & Hans.	36
3 Reboleiras em lavoura de soja localizada no Município de Ponta Grossa (PR), safra 2001/02.	40
4 Podridão de raiz e da base da haste e tombamento de plântulas, doenças induzidas por <i>Rhizoctonia solani</i> Kühn.	43
5 Vegetação típica dos Campos Gerais, situada na bordadura da gleba utilizada neste experimento.	47
6 Implantação de lavoura de aveia-preta (<i>Avena sativa</i> L.) em área de PDCN, utilizando semeadora modelo TD-300 da Semeato	48
7 Exemplo de distribuição das coberturas de inverno na gleba CN-1, safra 1998/98, onde as indicações de trigo e nabo-forrageiro pertencem ao Bloco II e as demais indicações ao Bloco I.	50
8 Área total da gleba CN-1 sendo cultivada com soja na safra de verão. A primeira safra implantada em 1995/96 e, em monocultura desta leguminosa, até a safra 2001/02.	51
9 Precipitação pluvial durante o período de condução da cultura de soja na Região dos Campos Gerais (novembro – abril), nas safras de 1995/96 à 2001/02	57

Figura	Página
10 Precipitação pluvial diária nos meses de fevereiro, março e abril de 1997, demonstrando a distribuição irregular.	59
11 Efeito de estiagem sobre a lavoura de soja, safra 1998/99. Um segundo período de germinação ocorreu após a normalização das chuvas, 35 dias após a primeira germinação	62
12 Distribuição pluvial na Região dos Campos Gerais no período de dezembro/2000 à março/2001.	63
13 Distribuição pluvial na Região dos Campos Gerais no período de dezembro/2001 à março/2002.	64
14 Reboleira de soja afetada por fungos de solo. Detalhe de ataque em diferentes estádios fenológicos.	65
15 Amostras de 100 sementes provenientes de plantas saudas (PS) e plantas doentes (PD) caracterizando a formação de grãos pequenos e chochos, refletindo diretamente no rendimento e qualidade da produção	71
16 Desenvolvimento irregular dos grãos provenientes de plantas afetadas por fungos de solo	73
17 Avaliação do peso da matéria seca dos resíduos (t/ha) das diferentes coberturas de inverno coletados antes, durante e após a implantação de lavoura de soja	75

1 RESUMO

O plantio direto em campo nativo (PDCN) é uma nova proposta de agricultura, onde a maior preocupação concentra-se na preservação das características físicas do solo, evitando-se qualquer mecanismo que possa desestruturá-lo. Em função da necessidade de melhores resultados na produção agrícola, sem que se façam necessárias as aberturas de novas fronteiras agrícolas, este estudo se propõe a ajudar na viabilização de áreas já existentes no universo agrícola do país. Fornecer informações sobre a utilização de PD e PDCN no que se refere aos problemas fitopatológicos na cultura da soja, avaliar fatores de produção em PDCN para a cultura da soja, comparando as diferentes palhadas das culturas de inverno, observar e relatar as principais doenças de solo que ocorram no sistema PDCN comparando com áreas em PD e plantio convencional (PC). Através dos resultados obtidos durante o período de desenvolvimento deste experimento observou-se que o sistema de plantio direto em campo nativo – PDCN, pode representar uma importante ferramenta no manejo de doenças de solo na cultura da soja. A preservação da microbiota original em áreas novas (campos nativos, pastagens degradadas, áreas virgens, etc.), ou o fomento através do aumento

de matéria orgânica, possibilitam ao sojicultor uma maior longevidade a um menor custo. Os resultados obtidos neste experimento, repetido para a cultura da soja por 7 anos, permitem afirmar que PDCN, mesmo em condições extremas de monocultivo, promove um desenvolvimento normal, sem a presença de doenças induzidas por fungos de solo. A sucessão de cultivos (inverno-verão) aliada à rotação de cultivos no inverno, mostraram-se eficientes na prevenção de doenças na cultura da soja. A rotação de cultura e o tratamento químico de sementes são os complementos para a viabilização do PD. Os resultados de rendimento apresentaram maior estabilidade nos sistemas PD e PDCN, sendo neste último crescente em função da correção química do solo. As principais doenças de solo de ocorrência na Região dos Campos Gerais foram podridão preta das raízes, podridão vermelha e podridão da raiz e da base da haste, favorecidas pelas variações climáticas e pelo monocultivo da soja em áreas de PC e PD. Não se observaram plantas doentes na área de PDCN no período de 1995 à 2002, que pudessem ser induzidas por fungos de solo. O PDCN é a resposta do homem ao meio ambiente, no qual se prova que a agricultura poderá ser utilizada como um obstáculo no processo erosivo, onde os restos culturais, depositados na superfície do solo, permitem uma maior uniformização da matéria orgânica.

Palavras-chave: Plantio Direto, Plantio Direto em Campo Nativo, Plantio Conencional, Rotação de Culturas, Controle de Doenças, *Glycine max* (L.) Merrill, *Rhizoctonia solani* Kühn AG1, *Fusarium solani* f. sp. *glycines*, *Macrophomina phaseolina*.

SOILBORNE FUNGAL DISEASES OF SOYBEANS IN NO-TILLAGE SYSTEMS IN NATIVE FIELD. Botucatu, 2002. p. Tese (Doutorado em Agronomia / Proteção de Plantas) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista.

Author: WILSON STORY VENANCIO

Adviser: NILTON LUIZ DE SOUZA

2. SUMMARY

Direct seeding in native soils is a new proposal in agriculture that emphasizes the preservation of the physical characteristics of the soil avoiding any means that would destroy it. In consideration of the need to improve agricultural production without opening new agricultural land, this study proposes to increase the productivity of existing agricultural areas. The purpose of the study was to furnish information on the use of no-till and direct seeding in relation to plant diseases in soybean culture, evaluate factors in direct seeding comparing mulching systems in winter, and observing the principal soil-borne diseases that occur with direct seeding in comparison to no-till and conventional tillage. From the results obtained in the development of this experiment, direct seeding in native soil can represent an important tool in the management of soil-borne diseases in soybean culture. The preservation of the original microbiota in new areas (native fields, degraded pastures, virgin areas, etc.) or their improvement through the increase in organic matter, makes possible to the soybean farm greater longevity at less cost. The results obtained in this experiment, repeating the culture of soybeans for 7 years, confirm that direct seeding in

native soils even under extreme conditions of monoculture allows normal development without the presence of diseases induced by soil-borne fungi. The succession of crops (winter-summer) along with the rotation of crops in winter was shown to be efficient in the prevention of diseases in soybean culture. Crop rotation and chemical seed treatment are complementary in making no-tillage systems possible. The yield results showed greater stability in the no-till and direct seeding systems with the latter increasing in function of chemical correction of the soil. The main diseases in the soil of Campos Gerais were charcoal rot, sudden death syndrome, and *Rhizoctonia* root rot stimulated by the climatic variations and by the monoculture of soybean in areas of conventional tillage and no-till systems. Diseased plants that could be caused by soil-borne pathogens were not observed in the direct seeded areas from 1995 to 2002. Direct seeding is the answer for the environmentalist since it proves that agriculture can be an obstacle to erosion, where cultural residues are deposited on the soil surface allowing greater uniformity in organic matter.

Keywords: No-tillage, No-tillage in Native Field, conventional tillage, crop rotation, disease control, *Glycine max* (L.) Merrill, *Rhizoctonia solani* Kühn, *Fusarium solani* f. sp. *glycines*, *Macrophomina phaseolina*,

3. INTRODUÇÃO

Através da evolução tecnológica das práticas conservacionistas surgiu o plantio direto, caracterizando-se por um método de cultivo em que a movimentação do solo fica restrita exclusivamente à linha de semeadura. Esta característica técnica, aliada às práticas de rotação de culturas, manutenção dos restos de cultura sobre a superfície do solo e utilização de culturas de cobertura, tem proporcionado aos produtores uma orientação no sentido do que imagina-se ser uma agricultura sustentável (Fernandes, 1997; Stinner e House, 1990).

O plantio direto (PD), para determinadas regiões produtoras brasileiras, é de importância incontestável, evitando perdas por erosão, melhorando as características físico-químicas do solo, mantendo a umidade do solo, promovendo uma maior diversidade de seres vivos, sendo mais econômico, menos poluente e fixando o homem ao campo (Fernandes, 1997; Ruedell, 1995).

Este sistema foi introduzido no Brasil no final década de 70, para solucionar os severos problemas provocados pelo sistema convencional de plantio (aração e gradagens), principal responsável pelas perdas de solo por erosão hídrica. Naquela época as

adaptações das máquinas de plantio eram realizadas na própria fazenda e os herbicidas disponíveis no mercado ofereciam poucas opções aos produtores. Percebia-se, desta forma, que o plantio direto tinha vindo para corrigir uma agricultura imprópria e fadada ao fracasso. Sua implantação era precedida de algumas práticas agronômicas consideradas necessárias, tais como: incorporação de fontes de fósforo (P) em profundidade, calagem em profundidade e mais tarde utilização de gesso e, somente após isto executado, iniciava-se o sistema PD. Se considerar o motivo da implantação do PD, ou seja a erosão, sua implantação poderia ser considerada uma atividade de risco, pois por um determinado período, estava se fazendo, em nome de um solo mais uniforme, tudo aquilo que beneficia o processo erosivo, ou seja, desestruturando o solo em camadas mais profundas, expondo-o à ação erosiva das chuvas e mantendo-o descoberto.

O plantio direto em campo nativo (PDCN) é uma nova proposta de agricultura, onde a maior preocupação concentra-se na preservação das características físicas do solo, evitando-se qualquer mecanismo que o revolva. Esta técnica está sendo utilizada para áreas consideradas marginais para a agricultura, por apresentarem limitações de uso, como alta declividade, afloramento de rochas e diferentes tipos de solo. Também fazem parte desta proposta áreas degradadas de pastagens ou áreas em pousio por período prolongado. Sobre estas áreas, a implantação do PDCN consiste na calagem superficial, manejo das plantas infestantes e posterior plantio.

De acordo com Fernandes (1997), um fator preocupante no sistema PD é o risco de que a sobrevivência de certos fitopatógenos seja beneficiada pela permanência dos restos culturais sobre a superfície do solo. Porém, este mesmo autor considera que a rotação de culturas, aliada à técnicas de controle biológico e do melhoramento de plantas mais

adaptadas ao sistema PD visando resistência à doenças, serão estratégias potenciais para aliviar a problemática de doenças no sistema.

Considerando a metodologia de implantação do sistema PD e do sistema PDCN, é de se esperar que alguns problemas fitossanitários, tais como doenças provocadas por fungos de solo, se apresentem a níveis mais baixos no segundo modelo, se considerar que estes solos apresentam uma microbiota nativa já adaptada, que deverá permanecer inalterada por um período muito maior, sendo gradativamente mesclada com a microbiota comum às culturas implantadas.

Em 1996, o Brasil e a Argentina somavam cerca de 5 milhões de hectares no sistema PD, sendo que na Região Sul do Brasil concentram-se as maiores áreas. Na Região dos Campos Gerais (Paraná) atualmente se cultiva, neste sistema, mais de 95% da área, considerando todas as culturas, porém, se considerarmos a predominância das culturas de trigo, milho e soja, o sistema registra 100% de adoção. Para produtores que utilizam adequadamente a técnica, é comum o registro de rendimentos elevados, com médias tais como 4.200 kg/ha de soja, 3.600 kg/ha de trigo e 10.000 kg/ha de milho, com efetiva redução no custo de produção (Fundação ABC, 1996).

Em função da necessidade de melhores resultados na produção agrícola, sem que se façam necessárias as aberturas de novas fronteiras agrícolas, em detrimento de nossas florestas, este estudo se propõe a ajudar na viabilização de áreas já existentes no universo agrícola do país, que por tecnologia inadequada e/ou desconhecimento continuam a somar pontos negativos no sistema produtivo nacional.

Assim sendo, este trabalho foi proposto com o objetivo gerar mais informações sobre a utilização de PD e PDCN no que se refere aos problemas fitopatológicos.

Levantar fatores de produção em PDCN para a cultura da soja, comparando as diferentes rotação das culturas de inverno. Observar e relatar as principais doenças de solo que ocorram no sistema PDCN comparando com áreas em PD e plantio convencional (PC).

4 REVISÃO DE LITERATURA

4.1 Plantio direto

Com início da implantação de áreas de plantio direto em 1971, no município de Rolândia – PR, pelo produtor Herbert Bartz e no Município de Ponta Grossa – PR, com os produtores Franke Dijkstra e Manoel Henrique Pereira, em 1976, o PD começou sua história no território brasileiro (Dijkstra, 1983).

Em 1980, Franke Dijkstra e Manoel H. Pereira, principalmente devido ao entusiasmo do “Seu Nonô” (Manoel H. Pereira) com o novo sistema, fundaram o Clube da Minhoca, com a intenção de todos os anos convidarem especialistas de todo o mundo para visitas e trocas de informações, garantindo e aprimorando o programa de desenvolvimento do PD (Dijkstra, 1983).

Em 1981, a Cooperativa Central Agropecuária Campos Gerais Ltda., de Ponta Grossa – PR, editava os Anais do I Encontro Nacional de Plantio Direto, um divisor

de águas entre um processo agrícola em franca decadência regional e uma nova tecnologia, nascida da necessidade do produtor continuar na atividade, pois nossos solos quase não tinham mais o que perder. A este Encontro Nacional, seguido pelo II em 1983, III em 1985, pelo IV em 1994 e pelo V em 1996, juntava-se o I Encontro Latino Americano Sobre Plantio Direto na Pequena Propriedade, realizado em 1993, também na cidade de Ponta Grossa – PR. Esta base de dados, disponíveis agora na forma de Anais, juntamente com a disciplina Plantio Direto ministrada no curso de Agronomia de Ponta Grossa, garantiam a sustentação científica para a realização de um Congresso, que envolveu o Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR), a Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG), através dos Departamentos do Curso de Agronomia e da Fazenda Escola “Capão da Onça” – FESCON, e de outros segmentos do setor. Em 1996 nascia o I Congresso Brasileiro de Plantio Direto Para Uma Agricultura Sustentável, reunindo pesquisadores e Instituições de todo o país em torno de uma solução comum, explorando todos os segmentos desta nova tecnologia. Neste Congresso, realizado em Ponta Grossa – PR, foram traçados os primeiros esboços de PDCN, numa tentativa de otimizar os recursos disponíveis na propriedade e aumentar a fonte de renda do agricultor, evitando o êxodo rural.

O plantio direto, desta forma, se caracteriza como uma nova tecnologia, responsável por significativas reduções nos processos erosivos (Meinicke, 1999), que, aliado a técnicas como rotação de culturas e adubação verde, vem proporcionando aos nossos solos melhores características físicas, químicas e biológicas (Derpsch, 1984; Cury, 1985; Pavan, 1985; Vidal e Gerage, 1985; Almeida, 1986; Bragagnolo, 1986a; Bragagnolo 1986b; Voss, 1985; Schultz, 1987; Vasconcellos e Pacheco, 1987; Saturnino e Landers, 1997; Klerk et al., 1998; Meinicke, 1999; Pöttker, 1999), caminhando em direção a uma agricultura

sustentável, onde o equilíbrio das atitudes daqueles que dependem da terra será recompensado com produtividades crescentes e contínua redução das adversidades.

4.2 Doenças em Plantio Direto

Bianchini (1981) analisou a influencia de diferentes sistemas de cultivo no desenvolvimento de doenças da soja, constatando, naquela época, pouca informação. Nas observações preliminares em PD comparado com PC, no estado do Paraná, o autor não verificou diferenças consideráveis na ocorrência de doenças. As recomendações de controle baseavam-se na utilização de variedades resistentes ou tolerantes. A utilização de sementes sadias e variedades recomendadas para o Estado traduziram-se em medidas eficientes que, ao lado da rotação de culturas, permitiram o sucesso da atividade.

Scott et al. (1992) descrevem as relações de PD sobre o desenvolvimento e severidade de doenças. Para os autores a severidade varia conforme o tipo de doença, o tipo de sistema de cultivo envolvido e, efetivamente, de outras práticas de manejo de doenças utilizadas. O PD normalmente reduz as temperaturas do solo, conserva a umidade do solo e mantém os resíduos da cultura sobre a superfície do solo. Estes fatores, podem aumentar, diminuir, ou não apresentar efeito sobre o desenvolvimento e a potencial severidade de uma doença. Para a cultura da soja, as podridões de sementes ou doenças de plântulas ocorrem quando as condições são desfavoráveis para a rápida germinação e/ou crescimento da plântula, caracterizadas normalmente por solos frios e úmidos. Doenças radiculares e de caule causam significativas perdas para a soja, sendo os principais patógenos: *Fusarium* spp.,

Phytophthora, *Rhizoctonia* e *Sclerotinia*. Todos estes patógenos podem sobreviver no solo na ausência da cultura por vários anos, sendo normalmente mais severos em monocultura de soja. Segundo os autores, inclusive as doenças foliares podem ser influenciadas pelo sistema de cultivo, principalmente em áreas de soja sobre soja onde resíduos infectados são deixados sobre o solo. Para reduzir a incidência e severidade destas doenças recomenda-se a rotação de culturas, cultivares resistentes e manejo químico.

Goulart et al. (1998) abordam de maneira conclusiva questões inerentes ao manejo de doenças em PD, esclarecendo pontos polêmicos e adotando recomendações de controle para os principais problemas. Para os autores, o PD pressupõe a adoção de rotação de culturas, não apresentando relação direta o tempo de adoção do sistema com o aumento de doenças na lavoura. Para os autores, em PD as principais doenças da soja são o cancro-da-haste, a podridão-branca-da-haste, a podridão-radicular-de-fusarium, nematóides (nematóides do cisto e formadores de galhas), complexo de doenças de final de ciclo – DFC (crestamento foliar de *Cercospora kikuchii*, septoriose e antracnose). Como métodos de controle, os autores recomendam um sistema de manejo integrado de doenças, ou seja, rotação de culturas, tratamento de sementes com fungicidas, utilização de sementes saudáveis, cultivares resistentes, adubação equilibrada, espaçamento adequado e monitoramento das doenças de parte aérea.

Lamarca (1992) enfatiza as doenças como um potencial limitante do PD, devendo seu manejo ser encarado pelos produtores com cautela. Destaca o PD como o melhor de todos os sistemas agrícolas que o homem tenha implementado, surgindo como restaurador de processos biológicos, já que se sustentam na base da vida, a exemplo dos

bosques e pradarias naturais. O autor ressalta a rotação de culturas no controle de muitas enfermidades aliada ao tratamento de sementes.

Rego (1997), em seu trabalho, relata o melhor controle de doenças no PD através da utilização de rotação de culturas, promovendo ainda maior disponibilidade de nutrientes no solo proporcionado pelos restos culturais deixados no local de cultivo.

Nazareno (1997) preconiza que o PD traz muitos benefícios dentro da filosofia de conservação do solo a médio e longo prazo. O autor relata as possíveis inter-relações existentes no PD, desde a sobrevivência de patógenos e sua capacidade saprofítica até aspectos como restos de cultura, plantas hospedeiras e a rotação de culturas. Para o autor, somente a presença da palha infectada na superfície do solo não garante grandes epidemias, principalmente quando o clima é de seca, conforme relata em caso de cancro da haste da soja observado na Bolívia em 1994. O autor cita também diversos casos em que a rotação de culturas foi decisiva no controle e/ou redução de doenças, entretanto uma escolha inadequada poderá comprometer o sistema produtivo. O autor fundamenta a adoção de PD no profundo conhecimento do histórico de utilização da área, da cultura a ser implantada e seus respectivos patógenos, das condições que podem tornar favoráveis o aparecimento de doenças e de medidas preventivas de controle, devendo-se sempre suplantar os problemas sanitários advindos do sistema e potencializar os demais fatores positivos de PD.

Zambolim et al. (2001) conceituam o sistema de plantio direto e, em sua revisão, descrevem a relação do plantio direto sobre as doenças de plantas. Para os autores, o PD pode criar condições favoráveis a multiplicação e a sobrevivência de fitopatógenos em restos culturais deixados na superfície do solo em condições de campo. A decomposição dos resíduos deixados na superfície do solo de forma mais lenta que o PC favorece a manutenção

de patógenos necrotróficos na lavoura, aumentando desta forma a incidência de doenças. A rotação de culturas torna-se a condição indispensável para o sucesso da atividade. A seqüência de culturas, principalmente de folhas-largas (soja, feijão, girassol, nabo-forrageiro, ervilhaca e ervilha) tem aumentado a incidência de diversas doenças, entre elas o mofo-branco, induzido por *Sclerotinia sclerotiorum*, promovendo aumento de intensidade nos campos de soja na região Sul do país. A podridão vermelha da raiz da soja, induzida por *Fusarium solani*, também tem sido motivo de muita preocupação, pois além da soja e feijão, vem sendo relatada na cultura do milho.

Fernandes (1995), relata doenças associadas ao sistema plantio direto, onde analisa características como macro e microclima, afirmando que a temperatura do ar próxima à linha do solo durante o dia é maior no sistema PD do que no PC, enquanto à noite o processo é inverso. Essas diferenças são mais acentuadas no inverno, podendo ocasionar a formação de geadas mais precocemente e de maior duração. Como a temperatura do ar, a temperatura do solo também é afetada pela presença de restos culturais. As temperaturas máximas e mínimas do solo são menores quando existe cobertura morta do que em solo descoberto. Portanto, a amplitude de variação de temperatura do solo ($T_{\text{máx}} - T_{\text{mín}}$) é menor com cobertura morta do que sem cobertura. Além das mudanças microclimáticas em PD, o não revolvimento do solo vem a influenciar a população microbiana, sendo caracterizado por diversos autores que a flora microbiana em PD é mais diversa do que em PC.

A relação entre severidade de doenças e perdas no plantio direto tem sido tratada de maneira empírica, ou através de observações e experiências em outras localidades. Esta rotina foi quebrada por Nasser et al. (2000), que iniciaram, a partir de 1994, estudos comparativos de ocorrência, severidade e perdas por doenças da soja e feijoeiro,

conduzidos nos sistemas de PD, PC e CM (cultivo mínimo) na região do Cerrado. Os autores conduziram experimentos com a cultivar FT-Cristalina, altamente suscetível ao cancro da haste, a partir de um único ponto de inóculo, em área livre do patógeno. Destes estudos constataram que, naquela região, partindo de um foco pontual de inóculo, *D. phaseolorum* f. sp. *meridionalis*, este infectou plantas de soja em uma área de aproximadamente 32 m². O progresso do cancro da haste tende a ser menor em PD. A produção de grãos tende a ser maior em PD, apesar da presença da doença. A palhada de milho mostrou-se superior as demais, evitando epidemia e resultando em maior produção de grãos de soja.

A utilização de sementes saudáveis, para Nasser et al. (2000), é vital para a manutenção de um sistema de produção sustentável nos cerrados. A cultura do soja apresenta mais de 100 doenças causadas por fungos, nematóides, bactérias e vírus. Cerca de 70% dessas doenças são relatadas como transmissíveis através das sementes, causando perdas nas lavouras e servindo como principal fonte de inóculo em novas áreas de cultivos ou através da reintrodução. Um exemplo desta preocupação é o mofo branco, onde uma semente aparentemente saudável pode conter no seu tegumento o micélio do fungo ou o escleródio. Nas pesquisas realizadas pelos autores ficou demonstrado que a palhada de gramínea sobre escleródios de *S. sclerotiorum* reduz a sobrevivência dos mesmos, não afetando a produtividade das plantas de feijão. A ocorrência de mofo branco demonstrou ser menor em PD em diferentes lâminas d'água utilizadas na irrigação. Os autores concluíram que o PD é um método eficiente para o manejo alternativo de doenças como cancro da haste e mofo branco na região dos cerrados.

Gassen e Gassen (1996) descrevem as principais doenças em PD, onde afirmam que, praticamente, todas as doenças que ocorrem em PC podem ocorrer em PD. A

maior diferença ocorre em função da maior atividade microbiana no PD, resultando no controle biológico natural de patógenos de plantas. Para os autores, processo semelhante no aumento da diversidade de espécies ocorre nas florestas e nos campos nativos onde existe tendência para o equilíbrio entre as populações dos diferentes organismos. Doenças radiculares, ocasionadas por organismos necrotróficos, podem ser evitadas através da rotação de culturas. A reintrodução pode ser evitada através de sementes livres ou tratadas com fungicidas eficazes.

Reis (1999) destaca os mecanismos de sobrevivência de microorganismos necrotróficos, que podem satisfazer seus requerimentos nutricionais a partir de tecidos mortos. Sobrevivem na forma de estruturas de repouso livres no solo, através de associação com as sementes e ainda nos restos culturais após a colheita, sendo importante a velocidade de decomposição à sobrevivência destes microorganismos. Para o autor a rotação de culturas e o tratamento de sementes associados tem potencial para eliminar os patógenos de uma lavoura.

Para Reis (1993), a intensidade das doenças da planta é função da densidade de inóculo disponível para infecção, ficando como prioritário o problema dos restos culturais na superfície do solo. O autor define ainda as interações entre plantio direto, monocultura e rotação de culturas. Por fim, as interações entre rotação de culturas e erradicação de necrotróficos das sementes.

Silva (1999) relata os obstáculos enfrentados pela cultura da soja na implantação do PD. Destacando, como primeiro, a podridão branca da haste, induzida por *S. sclerotiorum*. Inicialmente seu controle passava necessariamente pelo enterrio dos restos culturais, visando eliminar o inóculo superficial. Entretanto, experimentos demonstraram uma

redução da viabilidade dos escleródios em PD, pela ação de microorganismos antagônicos e também pela palhada superficial, que representa uma barreira física à germinação. O tempo confirmou os resultados experimentais, o PD alavancou e a incidência de podridão da haste declinou, mesmo com a introdução de culturas altamente suscetíveis como o feijão. De acordo com o autor, o segundo grande obstáculo para a cultura da soja no PD foi o cancro-da-haste da soja (*D. p. f. sp. meridionalis*) que, na região de Ponta Grossa apresentou os primeiros danos. Neste caso, a resistência genética, aliada a rotação de culturas, foram decisivos na continuidade do PD. A partir de 1996/97 e 97/98, trabalhos desenvolvidos pelo autor determinaram danos provocados pelo complexo DFC em áreas de monocultura do soja. Entre as doenças do complexo, cretamento foliar (*Cercospora kikuchii*) e mancha parda (*Septoria glycines*), o autor incluiu no estudo também a mancha alvo (*Corynespora asiicola*).

Reis (1994) apresenta diversas estratégias no manejo de doenças em plantio direto; abordando o tema de forma singular, o autor induz o leitor a tomar as decisões, quer sejam elas, para manutenção ou controle de doenças, basta que para isto ele observe os princípios básicos da fitopatologia. Cita o autor: “Se alguém desejar esclerocínia na soja, deverá encomendar a semente de um produtor que tinha esclerocínia na sua lavoura; desta forma poderá introduzir, junto com a semente, na propriedade, esta doença, sendo o inverso verdadeiro.” Da mesma forma, aborda temas como a rotação de culturas e o monocultivo.

Reis et al. (1992) avaliaram os efeitos de diferentes métodos de manejo do solo e da rotação de culturas no controle de manchas foliares em trigo. Os autores observaram que a intensidade das doenças estava relacionada com a quantidade de restos culturais de trigo deixados na superfície do solo, em função dos métodos de preparo. Assim, as manchas foliares foram mais intensas sob semeadura direta e cultivo mínimo, intermediárias

em plantio convencional com arado de discos e mínimas sob plantio convencional com arado de aiveca. Com estes resultados os autores concluíram que as manchas foliares da cultura podem ser controladas pelo uso integrado de rotação de culturas e métodos de manejo adequados ao solo.

Costamilan (1999) caracteriza os desafios atuais em plantio direto, onde as doenças de raízes, como a podridão vermelha da raiz de soja, induzida por *Fusarium solani* f. sp. *glycines*, e a podridão negra da raiz da soja, induzida por *Macrophomina phaseolina*, destacam-se, principalmente pela ocorrência de compactação do solo e de estresse hídrico. As práticas sugeridas para evitar a compactação do solo em plantio direto, nas camadas de 8 a 15 cm de profundidade, são a rotação de culturas, cobertura adequada do solo e a semeadura em condições ideais de plantio. Para a autora, a taxa de percolação de água, sendo mais baixa em solo compactado, resulta em longos períodos de saturação de umidade do solo, contribuindo para o aumento de doenças de raízes, como é o caso da podridão de raiz e da haste da soja, causada por *Phytophthora sojae*. Práticas que melhorem as condições de drenagem do solo irão contribuir para o controle de doenças das raízes. Nos casos onde a manutenção dos restos culturais na superfície do solo prolonga a viabilidade de patógenos necrotróficos e sua permanência na área, a rotação de culturas com espécies não hospedeiras das mesmas doenças é fundamental para o controle. Em alguns casos, a camada de restos culturais pode agir como barreira física, dificultando o completo desenvolvimento das estruturas de reprodução do patógeno, como apotécios de mofo branco, ou restringindo a disseminação de certos patógenos, como *Tanatephorus cucumeris* (mela da soja), *Heterodera glycines* e *Meloidogyne* spp., ao diminuir a movimentação de solo causada pelo vento, pela chuva e por equipamentos agrícolas.

Costamilan et al. (1999) avaliaram a sobrevivência de fungos necrotróficos em restos de cultura da soja, cultivada no sistema de plantio direto. O período médio para a decomposição dos restos culturais da soja foi de 27 meses, com médias de temperatura durante o experimento de 18 °C e precipitação total de 3565 mm. Nas diferentes seqüências de culturas estudadas, e em todos os meses amostrados, os gêneros *Macrophomina*, *Fusarium* e *Rhizoctonia* foram sempre recuperados. A incidência média de *Fusarium* variou entre 28,4 e 34,5%, a de *Macrophomina*, entre 48,1 e 54,8% e a de *Rhizoctonia*, entre 3,5 e 4,7%. A habilidade de competição saprofítica e as estruturas de resistência destes patógenos, permitem que permaneçam viáveis por muito tempo em uma mesma área. Podridões de raízes promovidas por *Rhizoctonia*, *Fusarium* ou por *Phytophthora sojae* foram menos severas em plantio direto ou cultivo mínimo (Rothrock et al., 1988).

Entre março e setembro dos anos de 1998 e 1999 foi avaliada a sobrevivência de patógenos em restos de cultura de soja sob dois sistemas de plantio, direto e convencional. Entre os patógenos com maior frequência de recuperação encontravam-se *Fusarium* spp., *M. phaseolina* e *Rhizoctonia* spp. Destes, *Fusarium* spp. e *M. phaseolina* não foram afetados, ou foram favorecidos pelo enterrio dos resíduos. A perda de biomassa mostrou redução de 44,4% no plantio convencional e 34,9% no sistema de semeadura direta, com uma distribuição de chuvas regular. Para *M. phaseolina* foi observado um aumento na recuperação de fragmentos de caule e raízes enterrados, sugerindo que este fungo continua crescendo nos resíduos, representando importante papel na epidemiologia deste patógeno (Almeida et al., 2001).

Yang (1998) avaliou o impacto de práticas conservadoras, como o plantio direto, sobre as relações da dinâmica do solo e a ocorrência de doenças. Para o autor,

um ciclo de doença, semelhante ao ciclo de vida de um organismo, consiste de 4 componentes: 1) sobrevivência do inóculo, 2) dispersão do inóculo para as plantas hospedeiras, 3) estabelecimento de uma relação com a planta hospedeira através da infecção, 4) aumento da doença através da estação de cultivo. Qualquer mudança quantitativa em cada componente da doença resultará em mudanças na ocorrência da doença, com o nível de alteração dependente do tipo de doença. O autor ainda classifica as doenças de culturas em duas categorias: doenças acima do solo e doenças abaixo do solo, encontrando-se todas as doenças radiculares nesta última categoria. O autor sintetiza informações de como os componentes da doença são afetados pela dinâmica do solo sob diferentes sistemas de cultivo. Para a cultura da soja, doenças de plântulas (*Rhizoctonia* spp., *Pythium* spp. e *Fusarium* spp.) apresentam aumento de incidência, bem como podridão de raiz por *P. sojae*, *Phialophora gregata* e *F. solani* f. sp. *glycines*. Para as doenças abaixo do solo, ou seja doenças radiculares, o plantio direto promove alterações positivas na sobrevivência e na infecção (temperatura e umidade) e negativas na dispersão, caracterizando positivo como aumento no desenvolvimento da doença.

Bailey (1996), avaliando doenças sob sistemas de plantio direto, sugere que o risco das principais doenças pode ser reduzido pelo entendimento e manejo das interações entre patógenos e resíduos de cultura, através de modificações das condições ambientes locais, rotação de culturas, plantio direto e microbiota antagônica. Medidas de controle para uma única doença podem ser inadequadas em plantio direto: uma visão holística do sistema de cultivo e do manejo fitossanitário da cultura podem promover a solução dos problemas de doenças. Para o autor, a rotação de culturas é o fator chave no manejo de resíduos para controle de doenças.

Wrather & Sweets (2002) sugerem três estratégias básicas no manejo de doenças de soja: 1) variedades de plantas resistentes a doenças, 2) rotação de soja com outras culturas, 3) uso de fungicidas no tratamento de sementes e fungicidas foliares quando necessários. Das doenças radiculares, os autores citam *F. solani* f. sp. *glycines*, *P. sojae* e *Diaporthe phaseolorum* var. *caulivora* e var. *meridionalis*, como sendo mais severas em plantio direto, necessitando opções de variedades resistentes quando efetuar o plantio. Quanto a *M. phaseolina*, plantio direto não apresenta efeito sobre a severidade da doença, e rotação de culturas por 2 anos com milho ou algodão reduzem a população do patógeno no solo.

Wrather & Kendlig (1998) avaliaram o efeito de diferentes sistemas de plantio sobre a densidade populacional de *M. phaseolina* no solo. Foi constatado que nos três sistemas empregados, plantio direto e em dois tipos de aração, não ocorreu diferença na densidade do patógeno, sugerindo que a aração não afeta nem a incidência nem a severidade de podridão de raiz por *Macrophomina*. As glebas utilizadas foram cultivadas no sistema convencional 13 anos antes das primeiras amostras serem coletadas. Para os autores, nesses 13 anos, a população do patógeno pode ter sofrido um grande aumento populacional, declinado devido ao aumento dos microorganismos antagônicos e posteriormente atingido equilíbrio. No trabalho em questão, a colonização das raízes da soja ocorreram indiferente do sistema de plantio, sugerindo esforços no desenvolvimento de cultivares resistentes, pois a aração demonstrou ser muito limitada.

4.3 Microbiota do solo

De acordo com Cardoso (1992), uma característica generalizada do solo é a sua deficiência em matéria energética (carbono orgânico) para os microorganismos. Na maior parte do tempo, as comunidades microbianas do solo encontram-se em estado de inanição, com o metabolismo afetado ou mesmo suspenso devido às condições de estresse. Considerando a maioria dos solos agrícolas, pode-se observar que estes são normalmente constituídos de microhabitats muito complexos. Qualquer prática agrícola (aração, adubação, calagem, incorporação de matéria orgânica, irrigação, aplicação de agroquímicos, etc.) pode afetar os nichos disponíveis através da intervenção nas características físico-químicas ou biológicas do ecossistema. E a cada modificação profunda corresponde uma renovação da pressão de seleção, favorecendo alguns componentes da microbiota e eliminando outros, remanejando o estado de equilíbrio entre as populações. A homeostase, ou conjunto de mecanismos que auxiliam no equilíbrio, dentro da competição e do antagonismo existente no ecossistema solo, pode ser a diferença entre o sucesso ou fracasso, na colonização por um novo microorganismo, quer seja ele patogênico ou não.

Venancio (1993) cita trabalhos sobre recolonização de solos tratados por microorganismos, onde se destacam quatro fontes, que são: organismos sobreviventes ao tratamento; os infestantes do ar; aqueles provenientes do subsolo não tratado; e os infestantes de material vegetal propagativo (sementes, bulbos, mudas, etc.).

Balota et al. (1998) definem os componentes da microbiota do solo, como sendo composta por bactérias, fungos, actinomicetos, algas, protozoários e vírus, os quais participam, principalmente, dos processos de decomposição da matéria orgânica e da

reciclagem de nutrientes. Quando se compara PD e PC, os autores constatarem em PD incrementos significativos na biomassa microbiana e em classes específicas, como os microorganismos amonificadores e nitrificadores (envolvidos na liberação do nitrogênio da matéria orgânica), as bactérias fixadoras de nitrogênio de vida livre que se associam a gramíneas (*Azospirillum* spp.), as bactérias fixadoras de nitrogênio que se associam com leguminosas (*Bradyrhizobium* spp. e *Rhizobium* spp.) e os fungos micorrízicos arbusculares. Os autores citam também que, embora proporcionando maior biomassa microbiana, o PD promove diminuição no quociente metabólico (quantidade de carbono liberado por unidade de biomassa), o que pode resultar em menor perda de carbono do solo. Este fato pode ocorrer devido a alterações nos padrões metabólicos ou na composição da microbiota. Isto se constitui em fator positivo, pois com mais carbono incorporado ao ambiente, reduz-se o impacto sobre o clima (efeito-estufa).

Colozzi-Filho et al. (2001) concluem que a biota do solo atua de modo significativo sobre diversos processos no solo relacionados com a disponibilização e ciclagem de nutrientes, decomposição de resíduos orgânicos, fixação biológica de nitrogênio, solubilização de fósforo e outros nutrientes e, também, na absorção de P através das micorrizas. Para os autores, as práticas de PD e rotações de culturas alteram a biota do solo e sua atividade. Estes efeitos têm sido observados como benéficos para a comunidade microbiana e sua atividade e algumas populações de microorganismos, tais como os celulolíticos, solubilizadores de fosfato, fixadores de N, amonificadores e também para a micorrização, com efeitos positivos sobre a reciclagem de nutrientes e nutrição de plantas.

Cattelan (1993) descreve diferentes sistemas de manejo e, como podem refletir positiva ou negativamente sobre o desenvolvimento de microorganismos do

solo. Para o autor, organismos saprófitas (não patogênicos) exercem papel relevante na produtividade agrícola, que através de seu complexo enzimático participam de reações bioquímicas no solo, contribuem para a sua estruturação, produzem substâncias estimuladoras do desenvolvimento vegetal, decompõem o material orgânico e ainda promovem a ciclagem e disponibilidade de nutrientes. No PD ou no cultivo reduzido, a calagem, a adubação e a deposição de resíduos vegetais criam condições favoráveis aos microorganismos na camada superficial do solo (0-5 cm), sendo a população, a biomassa e a atividade microbiana superiores quando comparadas ao PC. Nas camadas inferiores esta situação tende a se inverter. Em levantamento realizado no Leste dos EUA verificou-se aumento médio de 32% na biomassa microbiana em parcelas sob plantio direto quando comparadas com plantio convencional. Devido ao menor revolvimento do solo e à maior retenção de água no PD, o ambiente tende a ser menos oxidativo e o número de anaeróbios facultativos tende a ser maior que nos solos arados. Essas condições, aliadas ao pH mais elevado verificado na camada superficial de PD, favorecem os microorganismos desnitrificadores, aumentando as perdas de Nitrogênio. A quantidade de nitrogênio mineralizável é superior no PD em relação ao PC, no entanto, a taxa em que se dá esse processo é mais baixa, devido à menor superfície de contato entre a resteva e o solo.

Wardle e Hungria (1994), concluíram que a biomassa microbiana varia consideravelmente em termos temporais e espaciais, determinados por fatores abióticos e bióticos. O desafio consiste em determinar as consequências diretas dessas variações nos ecossistemas e na produtividade dos sistemas agrícolas auto-sustentáveis.

Hungria et al. (1999) constatam que o manejo adequado do solo, com práticas conservacionistas como o plantio direto, desempenha papel fundamental no

incremento das ações benéficas dos microorganismos no crescimento e nutrição da soja. Para os autores, neste contexto, tem-se constatado que as avaliações microbiológicas e da fauna são bons indicadores da qualidade do solo e de alterações que ocorrem em função do manejo deste.

Melo (1998) refere-se a necessidade do entendimento sobre ecologia tanto dos agentes controladores como do próprio patógeno-alvo. De acordo com o autor, fungos se desenvolvem melhor em solos menos úmidos do que bactérias, as quais, sob tais condições, podem ser fracos antagonistas. No entanto, bactérias como *Bacillus*, *Pseudomonas* e *Streptomyces* são os agentes preferidos, dadas as suas características peculiares de amplo espectro de ação, de produzirem antibióticos e, no caso de *Bacillus*, por ser resistente a fatores ambientais extressantes, como UV, dessecação e altas temperaturas.

Para Amado (1999), a necessidade de manter quantidades elevadas de palha na superfície do solo sob PD está associada à rápida decomposição dos resíduos sob condições tropicais e subtropicais. Entre as principais vantagens dessa camada de palha estão: redução da temperatura do solo; maior infiltração e retenção de água; incremento da atividade biológica; redução da infestação de plantas daninhas; aumento da agregação e preservação da estrutura superficial; incremento do teor de matéria orgânica; melhoria da ciclagem e aumento do fornecimento de nutrientes às plantas pela redução de perdas por lixiviação e erosão; possibilidade de redução do uso de insumos externos à propriedade; controle da erosão, mesmo em períodos de anomalias climáticas como o fenômeno “El Niño” e a redução da compactação superficial do solo pelo pisoteio de animais. Para o autor, a estratégia de utilização de elevadas quantidades de palha, associada ao plantio direto, representa a base do

desenvolvimento de uma agricultura que valoriza os processos biológicos, considerando-os como chave para alcançar a sustentabilidade.

Para Zambolim et al. (2001), os restos culturais asseguram a presença de parasitas necrotróficos na lavoura e a densidade de inóculo está relacionada com a quantidade de resto cultural remanescente. O maior potencial de inóculo e o posicionamento mais próximos aos sítios de infecção garantem uma maior eficiência no processo de inoculação. Apesar deste fato, comentam os autores, as doenças causadas por agentes necrotróficos têm sido muito bem controladas em PD, utilizando-se sementes sadias ou tratadas com fungicidas, a rotação de culturas e a adoção de plantio de variedades resistentes. Os autores recomendam ainda, a eliminação de plantas voluntárias, a manutenção de níveis equilibrados de fertilidade e uma população adequada de plantas.

A biomassa microbiana do solo, definida por Wardle & Hungria (1994), como o componente microbiano vivo do solo, sendo composta por bactérias, fungos e algas, apresenta uma dinâmica estreitamente correlacionada com a dinâmica da matéria orgânica do solo. A maioria dos sistemas naturais apresenta forte limitação em nutrientes (Warcup, 1965; Gottschal, 1990; Cardoso, 1992), o que faz com que os microorganismos apresentem um crescimento lento ou mesmo fiquem em estado dormente. A biomassa microbiana responde rapidamente à adição de carbono e nitrogênio, sugerindo que a maioria dos componentes da microflora encontra-se limitado por estes nutrientes (Knapp et al., 1983; Cochran et al., 1988; Nordgren, 1992; Wardle & Hungria, 1994). Fatores que alteram os teores de matéria orgânica no solo são importantes no estímulo da biomassa microbiana e, neste contexto, a manutenção de resíduos e/ou a adição aumentam a relação carbono microbiano: carbono orgânico (Dalal et al., 1991). O sistema PD permite teores mais elevados de matéria

orgânica, favorecendo o seu acúmulo e a biomassa microbiana (Wardle, 1994). Existe, porém, dificuldade na separação dos efeitos diretos da adição de fontes de carbono e nitrogênio e matéria orgânica, dos efeitos indiretos, provocados pelas variações de temperatura e umidade, fatores diretamente relacionados à atividade da biomassa microbiana (Morote et al., 1990). No Paraná, Sidiras & Pavan (1985) constataram diferença significativa na temperatura do solo, onde em PD a 3 cm de profundidade observou-se 36 °C, enquanto sob PC foi de 46 °C. Estas diferenças de temperatura podem ser responsáveis pela redução do número de células de determinados microorganismos do solo, tais como os fixadores de nitrogênio e fungos micorrízicos vesículo-arbusculares.

O plantio direto favorece o desenvolvimento de uma microbiota mais diversificada, garantida principalmente pela maior quantidade de alimento disponível. A longevidade e a diversidade dos fungos produzidos sobre vagens e hastes de soja, coletadas em áreas de plantio direto, onde a soja foi precedida de alfafa, canola, centeio ou trigo, foram estudadas nas safras de 1994 e 1995 (Baird, 1997). Nenhum modelo de comportamento pode ser estabelecido neste trabalho, porém, patógenos responsáveis por doenças em diversas culturas foram recuperados dos restos vegetais. Para o autor, estes resultados demonstraram que restos culturais de soja em plantio direto abrigam diversos patógenos da soja, do milho e do trigo, além de outras culturas; desta forma, rotação que inclua uma destas culturas pode resultar em um aumento das doenças.

Os microorganismos como fungos, bactérias e actinomicetos têm sido envolvidos no controle de fitopatógenos (Melo, 1998). Muitos destes agentes demonstram certa especialização em parasitar determinadas classes de patógenos. *Gliocladium roseum* e *G. virens* são micoparasitas facultativos, habitantes naturais do solo, que podem sobreviver

saprofítica ou parasiticamente sobre outros fungos. Outro representante natural do solo é o gênero *Trichoderma*, especialmente em solos orgânicos, podendo sobreviver saprofiticamente ou parasitando outros fungos, com controle sobre *Fusarium* spp., *Rhizoctonia solani*, e muitos outros. Além das características intrínsecas destes e outros agentes biocontroladores, existem outros fatores limitantes. Entre esses encontram-se a suscetibilidade relativa de organismos vivos aos fatores edáficos e mudanças nas condições ambientais.

4.4 A cultura da soja

A soja [*Glycine max* (L.) Merrill] é a mais importante fonte de proteína e óleo vegetal no mundo, em função da qualidade e baixo custo de produção (Wilcox, 1987). Sua produção mundial na safra 2000/2001 foi de 152,6 milhões de toneladas, sendo o Brasil o segundo maior produtor, responsável por cerca de 20% deste volume, com uma área cultivada de 13,6 milhões de hectares, dos quais, 5,5 milhões de hectares em regiões tropicais e subtropicais (Embrapa Soja, 2001).

A importância da cadeia agro-industrial da soja para a economia brasileira pode ser avaliada pela sua participação de 5,6% do PIB (Produto Interno Bruto) de 1999, representando um valor anual de US\$ 31,20 bilhões (Embrapa Soja, 2000).

A grande expansão de área cultivada no mundo proporcionou um aumento no número e severidade das doenças que afetam a soja, sendo que mais de 100 patógenos já foram reportados, dentre os quais, cerca de 35 são de importância econômica (Siviero, 1992; Sinclair & Backman, 1989; Hartman et al., 1999). Yorinori (1998) relata que

no período de 1970 a 1998, mais de 40 doenças foram identificadas no Brasil, causando perdas anuais de US\$ 1,2 bilhão em 1994, US\$ 1,6 bilhão em 1997 e US\$ 1,8 bilhão em 1998. Os fungos de solo são também importantes para a cultura, onde destacam-se *Rhizoctonia solani* Kühn, *Fusarium solani* (App. & Wollenw.) Snyd. & Hams, *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary, *Phialophora gregata* (Allington & Chamberlain) W. Gams, *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goid, *Sclerotium rolfsii* Sacc. e outros (Almeida *et al.*, 1997).

Estudos de doenças radiculares causadas por fungos na cultura da soja, foram realizados por Naito *et al.* (1993) na Indonésia. Os autores constataram a presença de 60% de podridão radicular, causada por *Fusarium* spp. e *Rhizoctonia* binucleada, em plantas que sobreviveram até o estágio de enchimento de grãos.

Wrather *et al.* (2001) estimaram as perdas promovidas por doenças na cultura da soja nos dez principais países produtores. Para o Brasil, os autores constataram perdas estimadas em US\$ $1,6 \times 10^9$ no ano de 1998, onde *Septoria glycines* foi a principal doença em volume de perdas (2194,9 mil ton.). As principais doenças induzidas por fungos de solo (*Rhizoctonia*, *Pythium*, *Fusarium*, *Sclerotium*, *Macrophomina* e *Phytophthora*), no mesmo período, provocaram perdas de 965,9 mil toneladas, que em algumas regiões brasileiras significaram perdas superiores a 50% da produção.

A cultura da soja ocupa grandes extensões de áreas na maioria dos países do mundo, representando a principal fonte mundial de proteína e óleo vegetal. A área plantada com a cultura no Brasil tem sofrido alterações nos últimos 6 anos, ultrapassando os 15,0 milhões de hectares na safra 2001/02 (SEAB, 1997; Sinclair e Backman, 1993; Verneti, 1983; AGRIANUAL, 2002).

A tecnificação da cultura, procurando alcançar sempre os melhores resultados, tem ajudado a transformar a agricultura em uma atividade empresarial, deixando para o passado as loterias agrícolas falsamente garantidas por uma política agrícola inadequada. O agricultor brasileiro, imbuído deste espírito empresarial, onde a relação custo/benefício passa a ditar as normas produtivas, dispõe de inúmeros recursos para garantir uma melhor produtividade. A adoção de técnicas modernas de cultivo como PD, rotação de culturas, manejo fitossanitário integrado, adubação balanceada e uso de sementes de boa qualidade são alguns dos recursos disponíveis que deverão selecionar os profissionais.

4.4.1 Caracterização das principais doenças de solo nos Campos Gerais

São diversas as doenças da soja que apresentam como inóculo primário os restos vegetais, interferindo no sistema radicular e/ou vascular, sendo sua importância relacionada às condições ambientais, tendo como fator de variação mais importante o solo e as características intrinsecamente a ele relacionadas. Na Região dos Campos Gerais, PR, três delas tem se destacada nas últimas safras, sendo a podridão preta das raízes - *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goid, a podridão vermelha da raiz ou síndrome da morte súbita - *Fusarium solani* (App. & Wollenw.) Snyd. & Hans. e morte em reboleira - *Rhizoctonia solani* Kühn (*Thanatephorus cucumeris* (Frank) Donk).

4.4.1.1 Podridão preta das raízes

Levantamento de perdas por doenças na cultura da soja, para as condições brasileiras, apresentaram reduções provocadas por podridão de *Macrophomina*

phaseolina de 750,0 mil toneladas na safra de 1998, se caracterizando como a terceira doença mais importante no complexo soja, perdendo apenas para *S. glycines* e *C. kikuchii* (Wrather et al., 2001).

Os sintomas da podridão preta dependem da época de infecção (Shaner et al., 1999). Normalmente em condições de solos excessivamente secos e temperaturas em torno de 30 °C por 2 a 3 semanas após a semeadura, plântulas podem ser afetadas, exibindo lesões circulares a oblongas de coloração escura, próximas à linha do solo, sobre os hipocótilos (Shaner et al., 1999; Kull, 2002). Estas lesões podem ser facilmente confundidas com aquelas induzidas por *Rhizoctonia solani*. As plântulas afetadas podem morrer, se as condições de seca persistirem, ou permanecer com os sintomas iniciais até após a formação de vagens. Embora os sintomas de podridão radicular possam ocorrer em qualquer época, durante a estação de crescimento da cultura, eles possam não se expressar até o final do ciclo. Normalmente os primeiros sintomas aparecem de 1 a 4 semanas antes da maturação. Se caracteriza por um amarelecimento prematuro das plantas. Sob condições de alta severidade, longas áreas da cultura podem ser afetadas, como pode ser observado na Figura 1A, onde predomina o complexo *M. phaseolina*, *F. solani* f. sp. *glycines* e *Rhizoctonia solani*. Os sintomas podem ser facilmente confundidos com o processo normal de maturação. Plantas afetadas podem ser menos vigorosas, apresentando um amarelecimento progressivo, seguido de murcha e a morte (Figura 01B e C).

A diagnose da doença pode ser facilitada pela observação da haste após a morte da planta (Figura 1D). Plantas afetadas quando destacadas do solo apresentam-se totalmente desprovidas de raízes secundárias, com uma descoloração dos tecidos radiculares, normalmente de coloração acinzentada. Esta característica fica mais evidente quando se

comparam com raízes de plantas sadias (Figura 1E). Numerosas pontuações pretas (microescleródios do fungo) podem ser observadas na haste ou raízes, quando o tecido do epiderme for removido (Figura 01F e G).

Os microescleródios de *M. phaseolina* sobrevivem no solo e em restos culturais de 1 a 3 anos ou mais, se caracterizando como a primeira fonte de inóculo para infecções radiculares. A infecção ocorre quando as raízes das plantas entram em contato com as hifas dos microescleródios germinados, normalmente próxima da superfície do solo. Os microescleródios são multicelulados e germinam poucas células de cada vez. Desta forma, um único escleródio pode germinar repetidas vezes durante a estação de cultivo, quando as condições são favoráveis. *M. phaseolina* é mais competitiva por nutrientes que a maioria dos microorganismos do solo durante períodos de calor e seca. Temperaturas elevadas (28 a 35 °C) e solos secos são as principais condições que favorecem o desenvolvimento do patógeno. Entre os hospedeiros do patógeno encontram-se milho, sorgo, alfafa e trevo. Cereais são considerados hospedeiros pobres.

O patógeno invade os tecidos corticais das raízes laterais. Continua seu desenvolvimento interno até a raiz principal, continuando até a base da haste, finalizando com a produção de microescleródios. Sintomas externos normalmente não são observados durante os estádios iniciais de desenvolvimento da doença. Nos estádios mais avançados, microescleródios são produzidos nos tecidos lesionados. As perdas na produção são resultado da formação de vagens menores e grãos de tamanho reduzido. Raramente as sementes atuam como veículo de contaminação para a próxima safra. Após a colheita, os microescleródios permanecem nos restos culturais e no solo, permanecendo viáveis até 8 semanas em solo com

alta umidade e períodos longos em solos secos. Como micélio o fungo sobrevive até 7 dias em solos úmidos.

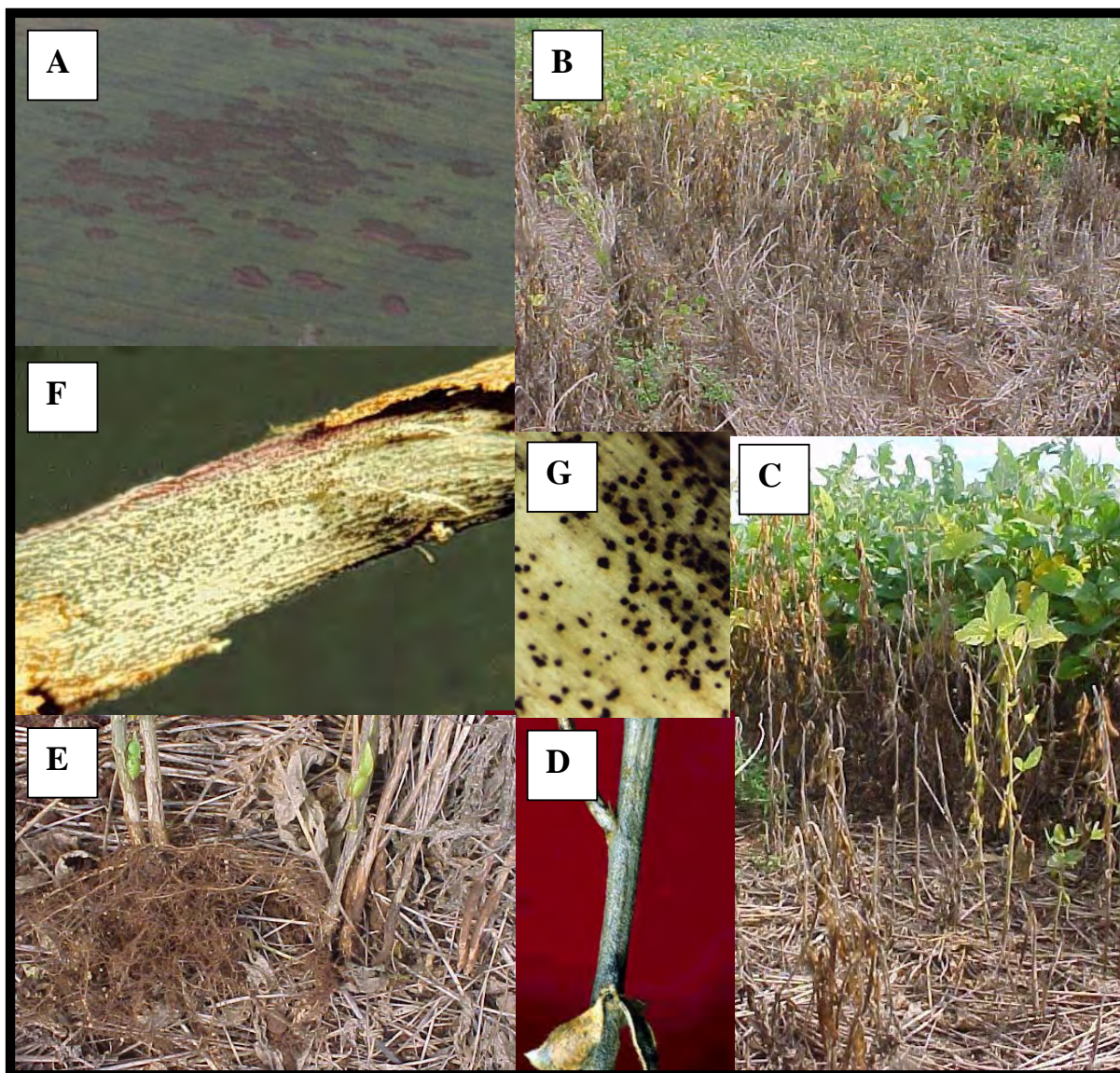


Figura 01. Podridão de carvão ou podridão preta das raízes, induzida por *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goid. A) Reboleiras em área de soja implantada em sistema de plantio direto – vista aérea. B) Detalhe da reboleira mostrando diversos estádios de plantas atacadas. C) Plantas afetadas. D) Haste com sintomas. E) Sistema radicular de plantas saudáveis (esquerda) e plantas doentes (direita). F) Microescleródios na base da haste. G) Detalhes dos microescleródios.

A podridão preta de raízes da soja é induzida pelo fungo *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goidanich. Sua classificação taxonômica, de acordo com os estádios esclerodial e picnidial, é a seguinte (Krugner & Bacchi, 1995; Panizzi & Fernandes, 1997):

Reino:	Fungi
Filo-Forma:	Fungos Mitospóricos (Deuteromycota)
Classe-Forma:	Coelomycetes
Ordem-Forma:	Sphaeropsidales
Família:	Sphaeropsidaceae
Gênero:	<i>Macrophomina</i>
Espécie:	<i>M. phaseolina</i>

As principais pesquisas sobre *M. phaseolina* referem-se ao estágio esclerodial do fungo, devido a importância dos escleródios como os principais propágulos na sobrevivência do patógeno no solo. O fungo apresenta picnídios imersos, tornando-se erumpentes, castanho escuros, 0.1 – 0.2mm de diâmetro, conídios hialinos, 15 – 30 x 0.5 – 1.0. O fungo também forma numerosos escleródios pretos, imersos, lisos, duros, com até 1mm de diâmetro (Ellis & Ellis, 1997; Holliday, 1980).

O manejo da cultura visando o controle da doença inclui a integração dos métodos disponíveis, destacando-se a rotação de culturas, onde culturas como o milho e algodão, até certo ponto menos suscetíveis, podem ser utilizadas por intervalos de dois ou três anos. Entre as outras práticas destacam-se aquelas que favoreçam um alto vigor da cultura, evitando estresse, adequando o espaçamento de plantio à população da cultura evitando altas populações e, principalmente, a época de plantio, optando por períodos que promovam um

maior desenvolvimento inicial. A manutenção de níveis adequados de fertilizantes, principalmente P e K, favorecendo o desenvolvimento das plantas. Práticas culturais que mantenham a umidade do solo, tais como o plantio direto, podem reduzir o potencial da doença. Em solos compactados, de baixa fertilidade e baixo pH, a doença apresenta maior severidade, sendo necessário a correção destes parâmetros para reduzir o potencial de doença. Quando e onde existir viabilidade, práticas de irrigação, mantendo a umidade do solo a níveis adequados, promovem a redução da doença (Pratt, 1990; Hershman, 1997; Koenning, 2000; Sweets & Wrather, 2000; Dorrance & Mills, 2001; Colyer, 2002; Kucharek, 2002; Kull, 2002).

4.4.1.2 Podridão vermelha da raiz ou Síndrome da morte súbita (SMS)

Esta doença foi observada pela primeira vez na safra 1981/82, em São Gotardo, Estado de Minas Gerais. Atualmente é encontrada nas principais regiões produtoras do Sul do país e nas regiões dos cerrados. Na safra 1996/97, a doença foi constatada do Rio Grande do Sul até o Maranhão (Almeida et al., 1997; Embrapa, 2000). As perdas por SDS podem variar de leves até 100% da área, dependendo de quando as plantas são infectadas. Infecções nos estádios iniciais de desenvolvimento da cultura promovem elevada severidade da doença e grandes perdas (Wrather et al., 2001; Dorrance & Lipps, 1998).

Os sintomas no campo podem ocorrer em reboleira (Figura 2A) ou de forma generalizada (Embrapa, 2000).

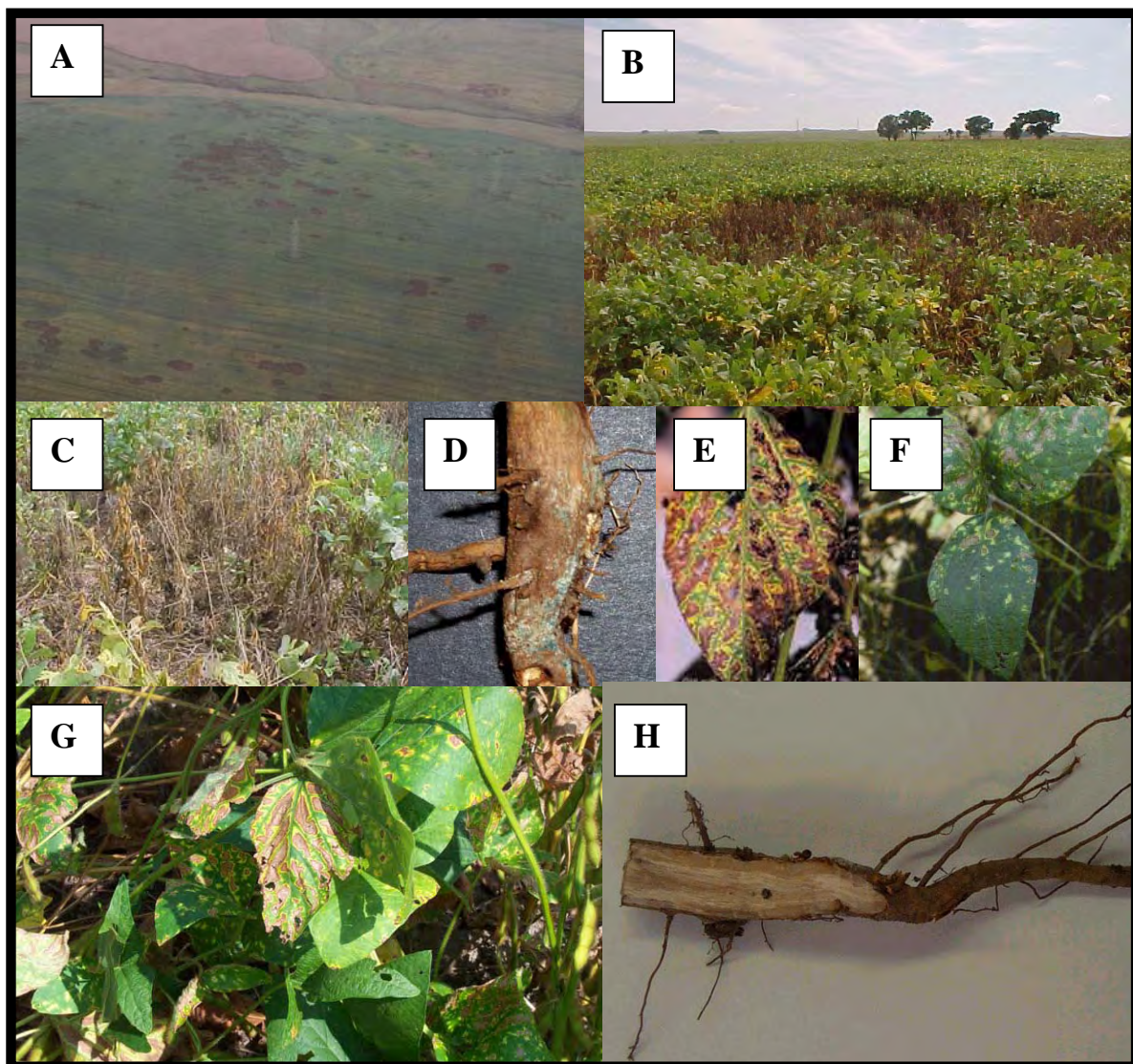


Figura 02. Podridão vermelha da raiz ou síndrome da morte súbita (SMS), induzida por *Fusarium solani* (Mart.) Sacc. f. sp. *glycines* (Burk.) Snyder & Hans. A) Reboleiras em área de soja implantada em sistema de plantio direto – vista aérea. B) Detalhe da reboleira mostrando diversos estádios de plantas atacadas. C) Plantas afetadas em diversos estádios. D) Haste e raiz com sintomas. E, F, G) Sintomas de folha carijó, em diferentes fases. H) Corte longitudinal da haste mostrando tecido cortical afetado pelo patógeno.

O sintoma na raiz inicia-se com uma mancha avermelhada, sendo mais visível na raiz principal, com a localização geralmente logo abaixo do nível do solo. Esta mancha tende a se expandir, circundando a raiz, passando para vermelho arroxeado e, finalmente, negra. Esta necrose mais acentuada localiza-se no tecido cortical, enquanto o lenho adquire coloração castanho clara (Figura 2H) (Almeida et al., 1997).

Sob condições de alta umidade, um anel avermelhado se forma na base da haste, freqüentemente com uma cobertura pulverulenta, de coloração bege, constituída de conídios do patógeno. Uma coloração azul também pode ser encontrada, devido ao grande número de conídios produzidos sobre a superfície (Figura 2D) (Dorrance & Lipps, 1998; Almeida et al. 1997).

Durante esta fase, observa-se, na parte aérea, a formação de folhas “carijó”, caracterizado pelo amarelecimento prematuro das folhas e necrose entre as nervuras (Figura 2E, 2F e 2G). As raízes secundárias degradam rapidamente, permanecendo apenas a raiz principal (Figura 2D).

O desenvolvimento da podridão vermelha da raiz é favorecido por alta umidade do solo durante o período de crescimento vegetativo da soja, aliado a condições de temperaturas amenas no período que antecede o florescimento e o enchimento de grãos da cultura (Dorrance & Lipps, 1998). A associação com outros patógenos de solo, tais como nematóides ou fungos pode promover maiores danos à cultura.

A Podridão vermelha da raiz ou síndrome da morte súbita é induzida por *Fusarium solani* (Mart.) Sacc. f. sp. *glycines* (Burk.) Snyder & Hans. Sua classificação taxonômica, de acordo com a fase conidial, é a seguinte (Krugner & Bacchi 1995):

Reino:	Fungi
Filo-Forma:	Deuteromycota
Classe-Forma:	Hyphomycetes
Ordem-Forma:	Moniliales
Família:	Moniliaceae
Gênero:	<i>Fusarium</i>
Espécie:	<i>F. solani</i>
Formae specialis:	<i>glycines</i>

O gênero *Fusarium* apresenta micélio cotonoso em meio de cultura, com tonalidades de rosa, púrpura ou amarelo. Conidióforos delgados, simples, curtos, irregulares conduzidos em fiálides, isolados ou agrupados em esporodóquios. Conídios hialinos, de dois tipos, macroconídios e microconídios. A formação de clamidosporos também é comum, sendo que para *Fusarium solani* (Mart.) Sacc. f. sp. *glycines* os clamidosporos são produzidos nos tecidos corticais das raízes. Estas estruturas de resistência sobrevivem por vários anos no solo, sendo responsáveis pela infecção primária mesmo em áreas sob rotação de culturas (Barnett & Hunter, 1998; Dorrance & Lipps, 1998).

O manejo da doença consiste basicamente na utilização de cultivares resistentes, não existindo até o momento, nenhuma prática agronômica adequada para reduzir o impacto de SDS (Embrapa, 2000).

Para Dorrance & Lipps (1998), a utilização de variedades resistentes é a principal estratégia de manejo. Aliado a ela, a antecipação ou atraso no plantio, podem auxiliar no escape da infecção. A redução na população de nematóide do cisto parece apresentar efeito positivo na redução da doença. Rotação de cultura por períodos longos (mais

de três anos) e a manutenção de um bom estado nutricional na estação de cultivo da soja tem ajudado na redução de incidência e severidade de SDS.

A SDS promoveu danos severos em lavouras de soja em Passo Fundo, RS, com redução na produção que variaram de 29 a 51%, sendo mais afetadas cultivares de ciclo médio (FT 2002) e semi-tardio (FT 2000). As cultivares BRS 137, BRS 138, IAS 5 e EMBRAPA 66 foram consideradas moderadamente resistentes (Cáperi, 2000).

Avaliações do uso de herbicidas no manejo de soja (normal e tolerante a herbicida) visando controle de SDS foi avaliada por Sanogo & Yang (1999). Para os autores, de uma forma geral, a severidade da doença tende a aumentar após a aplicação de imazethapyr ou glyphosate, comparado ao controle sem herbicida. Contrariamente, a severidade de SDS tende a ser menor após a aplicação de lactofen.

4.4.1.3 Podridão de raiz e da base da haste

A constatação desta doença no Brasil ocorreu na safra 1987/88, em Ponta Porã (MS), Rondonópolis (MT) e em São Gotardo (MG). É uma doença que, caracteristicamente, promove a morte das plantas a partir da fase inicial de desenvolvimento das vagens, variando de poucas plantas a extensas reboleiras (Embrapa, 2000). Na safra 2001/02, áreas de plantio direto localizadas em Ponta Grossa (PR) apresentaram sintomas semelhantes aos descritos pela Embrapa (Figura 03). Isolamento e identificação do agente causal, realizado no Laboratório de Fitopatologia da Universidade Estadual de Ponta Grossa, pela equipe do Professor Doutor David de Souza Jaccoud Filho, constataram a presença de

Rhizoctonia solani nas plantas avaliadas. Juntamente com este patógeno, em algumas amostras foram constatadas a presença de *M. phaseolina* e de *F. solani* f. sp. *glycines*.

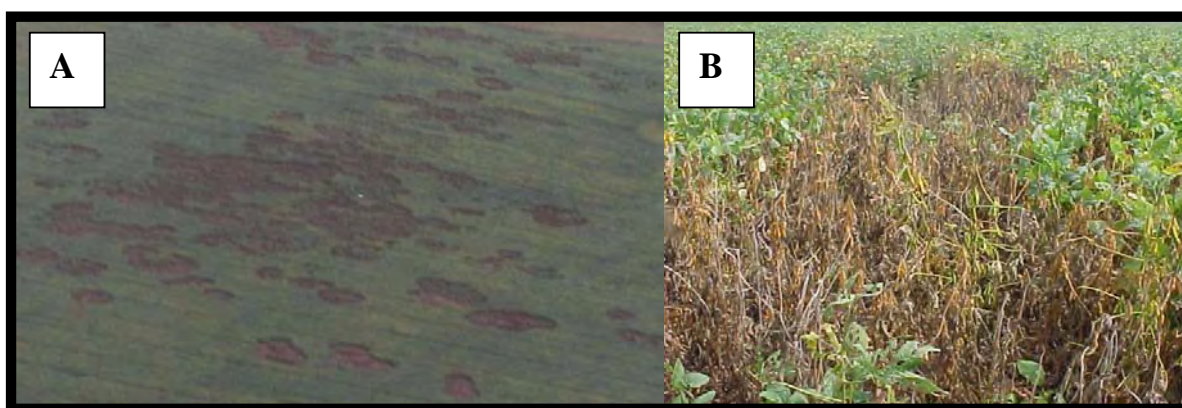


Figura 03. Reboleiras em lavoura de soja localizada no Município de Ponta Grossa (PR), safra 2001/02. A) Foto aérea mostrando locais com algumas plantas mortas encontradas isoladamente até extensas reboleiras. B) Mistura de plantas mortas (início de desenvolvimento das vagens) e plantas sem sintomas.

Os sintomas iniciam-se por podridão castanha e aquosa da haste, próximo ao nível do solo, estendendo-se para baixo e para cima. Com a evolução da doença, o sistema radicular adquire coloração castanho-escuro, o tecido cortical fica mole e solta-se com facilidade, expondo um lenho firme e de coloração branca a castanho-clara (Figura 04C). Na parte superior, as folhas murcham e ficam pendentes ao longo da haste, as folhas baixas amarelecem, assemelhando-se à deficiência de potássio; pode também ocorrer um amarelecimento generalizado. Plantas adultas podem sofrer um atrofiamento, parecendo menos vigorosas que as plantas adjacentes (Figura 04F). Na parte inferior da haste principal, a podridão evolui, atingindo vários centímetros acima do nível do solo. As lesões que inicialmente se apresentavam com coloração castanho-clara e de aspecto aquoso, tornam-se

negras, com a área necrosada normalmente mais fina em relação à parte superior (Figura 04A). O tecido cortical necrosado destaca-se com facilidade, dando a impressão de podridão superficial (Figura 04C). Também são observados sintomas tipo cancro, estendendo-se a vários centímetros acima do nível do solo em um dos lados da haste, com a parte afetada ligeiramente deprimida (Embrapa, 2000; Sweets & Wrather, 2000; Yang & Uphoff, 1999; Kucharek, 1997).

A podridão de raiz e da base da haste é induzida pelo fungo *Rhizoctonia solani*, Kühn, cujo teleomorfo é *Thanatephorus cucumeris* (Frank) Donk. Sua classificação taxonômica, de acordo com a fase sexual, é a seguinte (Hawksworth et al., 1995; Stalpers & Andersen, 1996):

Reino: Fungi
Filo: Basidiomycota
Classe: Basidiomycetes
Ordem: Ceratobasidiales
Família: Ceratobasidiaceae
Gênero: *Thanatephorus*

Espécie: *T. cucumeris* (anamorfo *Rhizoctonia solani*).

O patógeno pode sobreviver em uma ampla faixa de umidade e temperaturas do solo. A população do fungo pode diminuir quando o solo se encontra encharcado ou quando as temperaturas do solo se elevam (Sweets & Wrather, 2000).

Se a lavoura de soja apresentar estresse por calor e/ou condições de estiagem, as plantas afetadas poderão morrer. Em temperaturas mais amenas, com boa

condição de umidade no solo, as plantas afetadas com *R. solani* podem emitir raízes secundárias, logo acima da área lesionada do caule (Figura 04B) (Sweets & Wrather, 2000).

Rhizoctonia solani, nos estádios iniciais de desenvolvimento da cultura da soja provoca o tombamento e morte em reboleira (Sweets & Wrather, 2000; Kucharek, 1997; Yang, 1996; Pratt, 1990). O patógeno pode causar podridão de sementes. Sementes infectadas ou raízes de plântulas afetadas descolorem. A descoloração normalmente é avermelhada ou marrom-avermelhada, podendo a parte afetada apresentar uma podridão seca. Os sintomas mais típicos são os encontrados nas plântulas ou plantas jovens, caracterizados por lesões vermelhas ou marrom-avermelhadas sobre o hipocótilo, próximas à linha do solo (Figura 04D, 04G). A coloração vermelha das lesões é um bom parâmetro na diagnose de *R. solani*, porém deve ser verificado logo após a remoção do solo, porque a coloração desaparece gradualmente quando exposta ao ar (Yang & Uphoff, 1999).

Solos compactados, “pé-de-grade”, injúrias de herbicidas, profundidade de semeadura, baixa qualidade da semente, granizo, danos de insetos, injúrias mecânicas, baixa fertilidade e outros fatores que possam reduzir a germinação e a emergência das plantas favorecem o desenvolvimento de podridão de raiz por *R. solani*. Esta doença frequentemente encontra-se associada com outros patógenos, tais como *M. phaseolina*, *F. solani* e nematóides. Quando essas combinações ocorrem, as perdas são mais severas (Sweets, 2001).

O manejo da cultura visando evitar danos induzidos por *R. solani* iniciam por uma boa condição de semeadura, favorecendo a germinação e emergência. Evitar qualquer estresse nas fases iniciais de desenvolvimento da cultura. Efetuar o tratamento de sementes com fungicidas adequados (Embrapa, 2000; Sweets & Wrather, 2000).

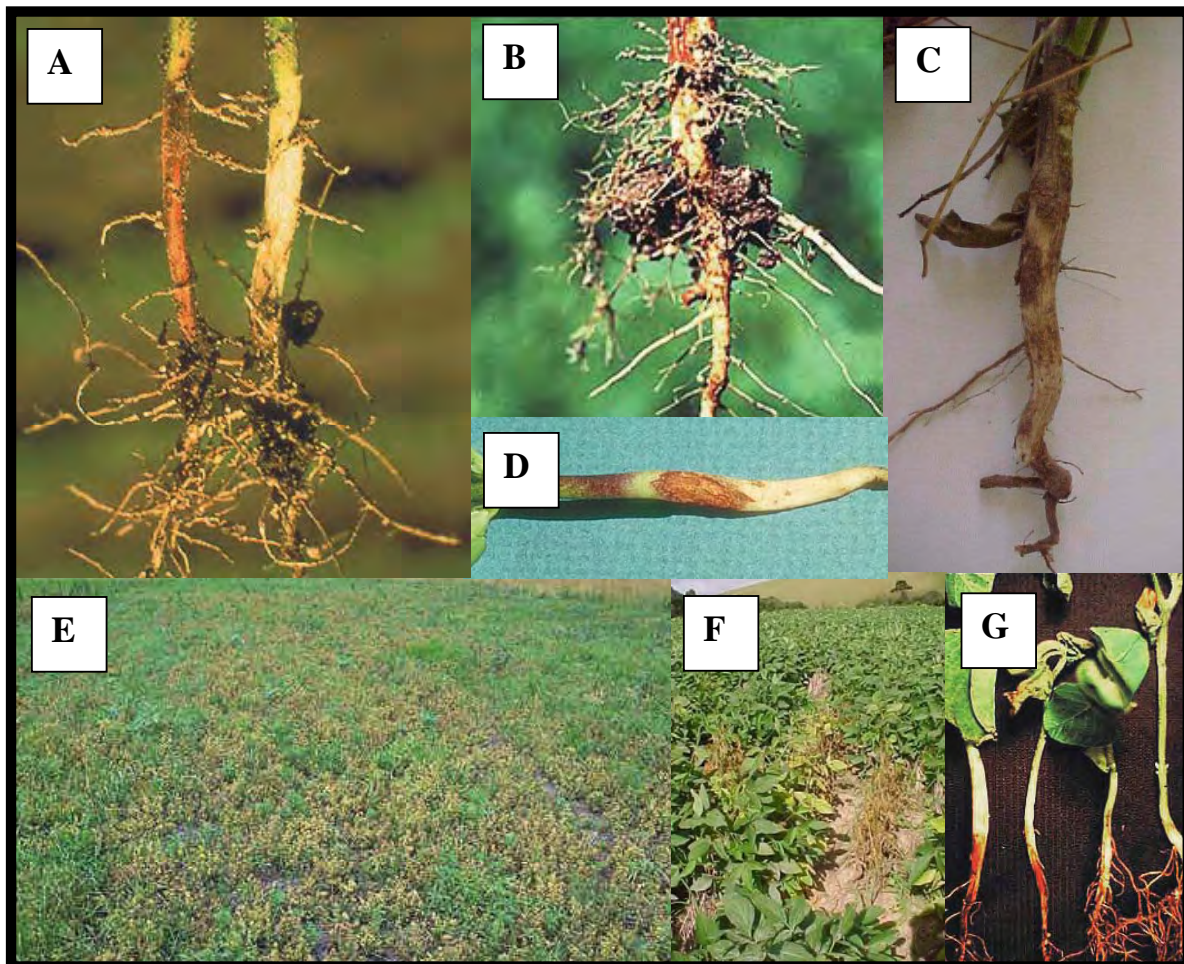


Figura 04. Podridão de raiz e da base da haste e tombamento de plântulas, doenças induzidas por *Rhizoctonia solani* Kühn. A) Lesões na raiz e base da haste em plantas adultas. B) Emissão de raízes secundárias acima da área lesionada. C) Tecido cortical se destaca com facilidade. D, G) Lesões em plântulas. E) Redução de estande, ataque em fase inicial de desenvolvimento da soja. F) Reboleira em lavoura adulta.

O tratamento de sementes com fungicidas tem se mostrado uma eficiente ferramenta no controle de *R. solani*. Formulações à base de thiabendazole, carboxin, PCNB, thiram e captan mostraram-se efetivas contra o patógeno na cultura da soja (Grau e Gaska, 2000). Sweets e Wiebold (1999) avaliaram diferentes doses e formulações de fungicidas na germinação e produtividade de soja sob plantio direto, não constatando diferença significativa. Tratamento de sementes com fungicidas reduziram danos iniciais de *R. solani*, resultando em aumento de produção (Pedersen e Grau, 2000).

Observações de campo indicaram a possibilidade de interação entre injúrias de herbicidas e a severidade de *R. solani*. Experimentos com dimethenamid + metribuzin, pendimethalin, acifluorfen e imazethapyr promoveram um aumento na severidade da doença quando comparado com controle sem herbicidas (Pedersen, 2000; Bradley et al., 2001). Um modelo para estimar as perdas devido à podridão de raiz induzida por *R. solani* foi proposto por Boedhram e Batchelor (2000). Os resultados obtidos, entre 1997 e 98, permitiram determinar reações não lineares entre perdas de produtividade e aumento da incidência, indicando que o modelo poderá ser utilizado em outras pesquisas envolvendo incidência e severidade.

5 MATERIAL E MÉTODOS

5.1 Caracterização da região de implantação do experimento

A região dos Campos Gerais do Paraná, composta atualmente por 21 municípios (Arapoti, Cândido de Abreu, Carambeí, Castro, Curiúva, Imbaú, Ipiranga, Ivaí, Jaguariaíva, Lapa, Ortigueira, Palmeira, Piraí do Sul, Ponta Grossa, Porto Amazonas, Reserva, São João do Triunfo, Sengés, Telêmaco Borba, Tibagi e Ventania), encontra-se situada entre o primeiro e o segundo planalto, no Centro-Sul do Estado, com uma área aproximada de 20000 km². Seus limites se estendem desde a fronteira com o Estado de Santa Catarina, através do município de Rio Negro até próximo o Estado de São Paulo, seguindo os municípios de Jaguariaíva e Arapoti, confrontando com Jacarezinho, que limita o segundo ao terceiro planalto. A flora original caracteriza-se pela presença de matos ou capões, limitados às depressões em torno de nascentes. Os municípios que expressam de forma marcante essas características são os de Palmeira, Ponta Grossa, Tibagi, Jaguariaíva e Arapoti, pertencentes ao 2^o planalto; Castro e Piraí do Sul inseridos no 1^o planalto, apresentam tanto esse tipo de

vegetação como presença de matas ligadas à escarpa devoniana. O clima, segundo a classificação climática de KOEPPEN, é subtropical úmido (cfb) mesotérmico, com verões frescos, geadas severas e freqüentes no inverno, temperatura média do mês mais quente 22 °C e do mês mais frio 18 °C, sem estação seca. O relevo em geral é suave ondulado, de pendentes longas, cortado pela escarpa devoniana e ondulado, apresentando declives acentuados em parte dos municípios de Castro, Piraí do Sul e Ponta Grossa. A altitude varia entre 840 e 980, atingindo 1025 m na Fazenda Escola “Capão da Onça” – Ponta Grossa (Maack, 1981; Sá, 1993; Sá, 1996).

5.2 Caracterização da área

O experimento em PDCN foi implantado na gleba denominada CN-1, localizada na Fazenda Escola “Capão da Onça” – FESCON, de propriedade da UEPG, em Ponta Grossa, Estado do Paraná. A FESCON apresenta uma área de 311,12 hectares, seu ponto mais alto está a 1027 m de altitude, localizado na Latitude 25° 05’ 49” S e Longitude 50° 03’ 11” W. A área, com 6,4 hectares, de relevo ondulado, apresentava como maior limitação o tipo de solo, caracterizado em sua maioria por um Podzólico vermelho amarelo, distrófico, com áreas de afloramento de arenito. Vegetação predominante, na época de início do experimento (Figura 5), era caracterizada por plantas da família Gramineae (Poaceae), com predominância de *Andropogon bicornis* L. – ANOBI, conhecido como rabo-de-raposa, *Schizachyrium condensatum* (Kunth) Nees – SZYCO, comumente denominada de capim-rabo-de-burro, *Pennisetum clandestinum* Hochst. ex Chiov. – PESCL, conhecida como capim-quicuío, *Eragrostis plana* Nees – ERAPL, capim-annoni, *Erianthus angustifolius* Nees – ERNAN, macega, apresentando ainda em abundância plantas da família das Umbeliferae

(ERXHR – *Eryngium horridum* Malme), conhecida regionalmente como caraguatá, além de plantas das famílias melastomatáceas, mirtáceas, malváceas, rubiáceas e palmáceas (Sá, 1996, Lorenzi, 2000).



Figura 5. Vegetação típica dos Campos Gerais, situada na bordadura da gleba utilizada neste experimento.

5.3 Implantação do experimento

A área de instalação do experimento, denominada de CN-1, foi corrigida superficialmente nos dias 06 e 07/03/1995, utilizando calcário dolomítico na quantidade de 3,0 t/ha, correspondendo à metade da dose necessária pelo método de saturação de bases do solo (Borkert et al., 1994). Em 17/04/95 foi efetuada a dessecação da área, utilizando-se 2,5 litros/ha de glyphosate (Roundup) mais a adição de Óleo Natural a 0,5 l/ha,

com vazão de 160 l/ha. O plantio de aveia-preta foi efetuado em 08/05/95, com uma semeadora modelo TD-300, da Semeato (Figura 6), com regulagem para 120,0 kg semente/ha e 150,0 kg/ha de adubo da fórmula 05-30-15. A emergência ocorreu no dia 20/05/95. Para promover um melhor desenvolvimento da cultura, foi efetuada a adubação de cobertura, utilizando 50 kg/ha de uréia, no dia 04/08/95.



Figura 6. Implantação de lavoura de aveia-preta (*Avena sativa* L.) em área de PDCN, utilizando semeadora modelo TD-300 da Semeato. A) Detalhe do corte da palhada para deposição do adubo e da semente.

Na safra de verão 1995/96, a área foi preparada para a semeadura da cultura da soja (*Glycine max* L.), adequando também, para utilização em dia de campo do I Congresso Brasileiro de Plantio Direto Para Uma Agricultura Sustentável, que foi realizado de 18 a 22 de março de 1996. No dia 24/10/95 foi complementada a calagem, utilizando-se 3,0 t/ha. Para a dessecação da área, efetuada de maneira seqüencial, utilizou-se em 22/11/95 a dose de 3,0 l/ha de glyphosate (Roundup) mais 0,5 l/ha de Óleo Natural, com vazão de calda de 250 l/ha. A semeadura foi efetuada no dia 06/12/95, utilizando faixas alternadas das cultivares FT-Estrela e FT-Abyara, com características de serem rústica e de alta exigência nutricional, respectivamente. A inoculação das sementes foi feita com Nitragin, utilizando-se 2 doses para cada saco de 50,0 kg. Para o tratamento das sementes foi aplicada a dose 150 g/100 kg de semente, do fungicida carboxin (Vitavax 750 PM). A adubação de base foi 350,0 kg/ha de adubo da fórmula 00-20-20. O manejo seqüencial da área foi realizado 2 dias após a semeadura, em 08/12/95, onde se utilizou 2,5 l/ha de glyphosate (Roundup) + 0,5 l/ha de Óleo Natural, com uma vazão de 250,0 l/ha. O manejo de plantas daninhas na cultura da soja foi efetuado em pós-emergência, utilizando-se os herbicidas sethoxydim (Poast) na dose de 1,0 l/ha para controle de plantas de folhas estreitas, com aplicação em 10/01/96 e, para o controle de latifoliadas, o herbicida acifluorfen (Doble), na dose de 2,2 l/ha, aplicado em 18/01/96, ambos com vazão de 200,0 l/ha de calda. Para as duas aplicações utilizou-se o óleo mineral Assist na dose de 0,5% v/v. O controle de pragas foi efetuado com a utilização do inseticida piretróide cyfluthrin (Baytroid CE), na dose de 0,3 l/ha, juntamente com o latifolicida.

Nas safras seguintes, para a realização das semeaduras de inverno, a área foi dividida em faixas, com 12,0 metros de largura, pelo comprimento da gleba no sentido

transversal (Figura 7), onde foram implantadas 8 coberturas de inverno, com 4 repetições cada uma. A ordem do primeiro plantio, safra 1996/96, correspondeu à: 1) aveia-preta; 2) centeio; 3) cevada; 4) triticale; 5) azevém; 6) ervilhaca; 7) trigo e 8) nabo forrageiro, correspondendo ao Bloco I, sendo repetida para completar os outros 3 blocos. Nos anos que se seguiram, foi efetuada uma rotação de culturas nas parcelas, existindo um caminhamento ordenado em todos os blocos (Quadro 1).

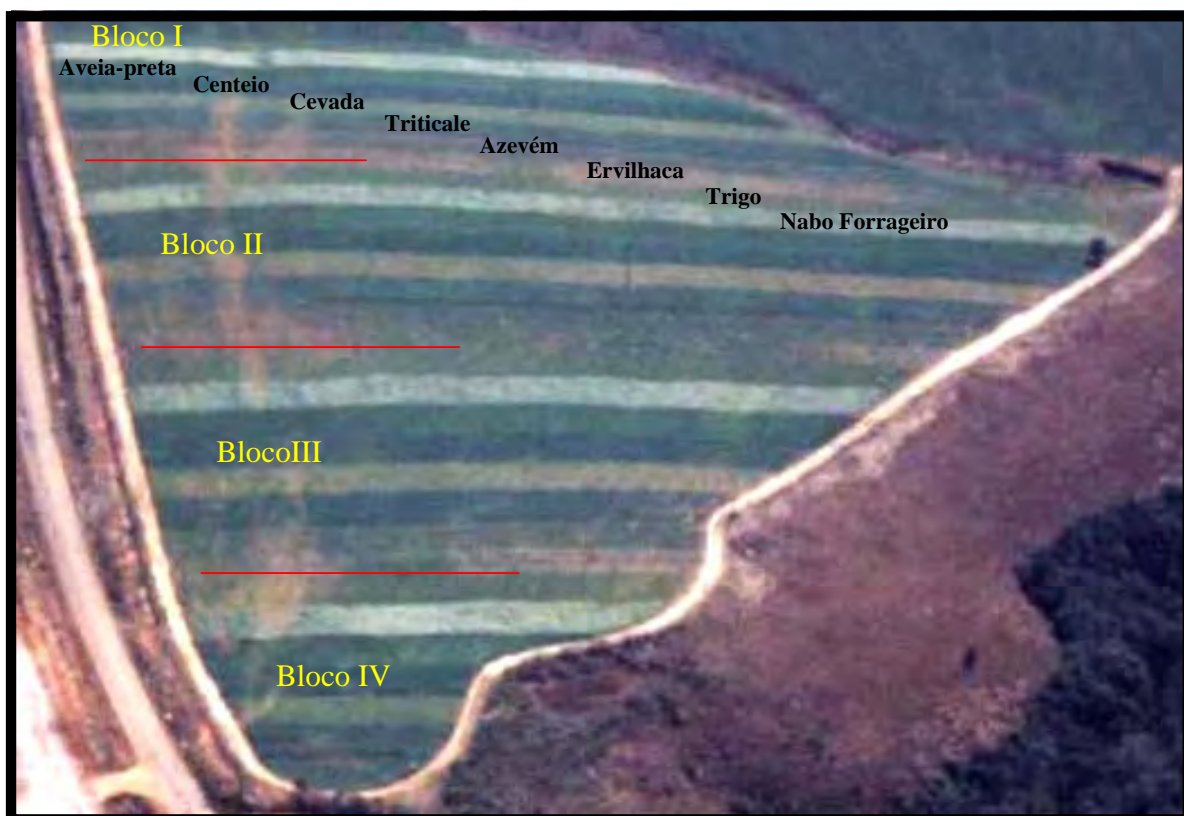


Figura 7. Exemplo de distribuição das coberturas de inverno na gleba CN-1, safra 1998/98, onde as indicações de trigo e nabo-forrageiro pertencem ao Bloco II e as demais indicações ao Bloco I.

Para as safras de verão 1997/98, 1998/99, 1999/00, 2000/01 e 2001/02, toda a área (6,4 ha) foi implantada com a cultura da soja, caracterizando monocultura deste cultivo, com o objetivo de aumentar a pressão de doenças promovidas por fungos necrotróficos (Figura 8). A hipótese inicial, de que a preservação da estrutura do solo, consequentemente da microbiota do solo, impediria a colonização da área por patógenos da cultura da soja, menos especializados e menos adaptados àquele solo, passa a ser verificada, através da observação e amostragem da cultura, comparada com áreas em sistema de plantio direto e plantio convencional.



Figura 8. Área total da gleba CN-1 sendo cultivada com soja na safra de verão. A primeira safra implantada em 1995/96 e, em monocultura desta leguminosa, até a safra 2001/02.

Quadro 1. Histórico da Gleba CN-1, correspondendo a safra, data de plantio e ordem das culturas implantadas.

Safra	Data de Plantio	Cultura (s) implantada (s)
1995	08/05/95	Aveia-Preta
1995/96	06/11/95	Soja
1996	11/07/96	Aveia Pta.–Centeio–Cevada–Triticale–Azevém–Ervilhaca–Trigo–Nabo For.
1996/97	06/11/96	Soja
1997	09/07/97	Aveia Pta.–Centeio–Cevada–Triticale–Azevém–Ervilhaca–Trigo–Nabo For.
1997/98	11/11/97	Soja
1998	23/07/98	Centeio–Cevada–Triticale–Azevém–Ervilhaca–Trigo–Nabo For.–Aveia Pta.
1998/99	03/11/98	Soja
1999	02/06/99	Cevada–Triticale–Azevém–Ervilhaca–Trigo–Nabo For.–Aveia Pta.–Centeio
1999/00	11/11/99	Soja
2000	04/07/00	Triticale–Azevém–Ervilhaca–Trigo–Nabo For.–Aveia Pta.–Centeio–Cevada
2000/01	07/11/00	Soja
2001	05/07/01	Azevém–Ervilhaca–Trigo–Nabo For.–Aveia Pta.–Centeio–Cevada–Triticale
2001/02	30/10/01	Soja

5.4 Doenças de solo

As doenças induzidas por patógenos de solo foram avaliadas a períodos regulares após a implantação da cultura da soja, sendo que a cada 15 dias, em média, durante todo o ciclo da cultura da soja, em todas as safras, foram observados sintomas que pudessem caracterizar danos no sistema radicular. Inicialmente, plantas com sintomas de murcha e/ou redução no desenvolvimento foram coletadas e analisadas em laboratório para confirmação de agentes infecciosos. Posteriormente, plantas com sintomas de folha-carijó, murchamento ou de porte reduzido, encontradas isoladamente ou em reboleiras, foram coletadas, levadas a laboratório para identificação da causa e quantificadas por área coletada (PDCN, PD e PC).

As plantas de soja com sintomas de doenças radiculares coletadas foram levadas ao Laboratório de Diagnose de Doenças da UEPG e analisadas. Partes das plantas, com sintomas de doenças e sinais de patógenos, foram incubadas em câmara úmida, utilizando-se papel toalha previamente umedecido em água destilada e esterilizada, incubado em temperatura ambiente, por 48 horas. Após este período, as partes das plantas infectadas (hastes) foram observadas ao microscópio estereoscópio e óptico comum. As estruturas dos patógenos foram comparadas com aquelas descritas na literatura (Barnet & Hunter, 1998, Sinclair & Backman, 1989).

5.5 Patologia de sementes

Um total de 400 (quatrocentas) sementes de soja implantada em PD, provenientes de 50 (cinquenta) plantas coletadas em cada reboleira, e de igual número de plantas saudas, foram colocadas em 20 (vinte) gerbox (vinte sementes/gerbox). Estas sementes foram incubadas sob sistema de iluminação (12 h luz / 12 horas escuro), à 22 °C, por um período de sete dias. Após, foram analisadas por meio de microscópio estereoscópio, para identificação dos fungos presentes.

Os fungos observados foram comparados com a literatura disponível (Barnett & Hunter, 1998; Goulart, 1997; Hartman et al., 1999; Henning, 1997; Sinclair & Backman, 1999) e os resultados expressos em porcentagem de infecção, entre as sementes provenientes de plantas saudas e de plantas doentes.

5.6 Cobertura do solo

A cobertura do solo foi determinada, a diferentes intervalos de tempo, nos oito tratamentos utilizados no sistema PDCN, durante o período de novembro/00 à junho/01, correspondendo ao período de implantação e colheita da cultura da soja. As parcelas, contendo restos culturais das coberturas de inverno (ervilhaca, trigo, nabo forrageiro, aveia preta, centeio, cevada, triticale e azevém), foram amostradas com o auxílio de um anel metálico, com área de 0,0615 m². Lançado aleatoriamente em 10 pontos

da parcela, todo o material vegetal foi recolhido, pesado logo após a coleta para obtenção do peso da matéria fresca e levado a estufa, com temperatura de 60 °C, até peso constante, para obtenção do peso da matéria seca.

5.7 Produção

A produção total da cultura da soja, implantada em PDCN, foi determinada em todas as safras. Após a colheita foi avaliado o rendimento de grãos, a 13% de umidade, por meio da média de quatro amostras por parcela, correspondendo a um total de 32 amostras para as áreas correspondentes a cada cultura de inverno, totalizando 128 amostras nos 6,4 hectares.

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1 Avaliação de doenças de solo

O monitoramento de doenças de solo, no período de 1995/96 à 2001/02, efetuado nas lavouras de soja das áreas CN-1, onde a cultura foi implantada no sistema PDCN, A5-A, onde a soja foi implantada no sistema PD e A1, onde se utilizou o PC, encontram-se no Quadro 2. O número total de amostragens (X), seguido pelo número de amostras nas quais foram encontradas plantas doentes (Y), caracterizado por $\underline{X}/\underline{Y}$, apresentou uma evolução na incidência, nos sistemas convencional e direto, enquanto no PDCN não se observou, em qualquer amostra, plantas com sintomas de doenças ou sinais de patógenos de solo.

Nas amostras analisadas foram observadas as seguintes estruturas: nas lesões marrom avermelhadas, ligeiramente deprimidas, a presença de micélio amarronzado, ramificações ortogonais, característica do fungo *R. solani*. Nas plantas que apresentaram no

caule coloração acinzentada e desfibrilamento das camadas epidérmicas, foram observadas a presença de microescleródios, característicos de *M. phaseolina*. Por fim, plantas que apresentaram podridão vermelha da haste, observou-se a presença de macroconídios e microconídios, característicos de *F. solani*.

Na Figura 9 e Quadro 10, observa-se a precipitação pluvial ocorrida na Região dos Campos Gerais, PR, na época equivalente à implantação e colheita das safras de soja, no período que este experimento foi observado (1995/96 à 2001/02).

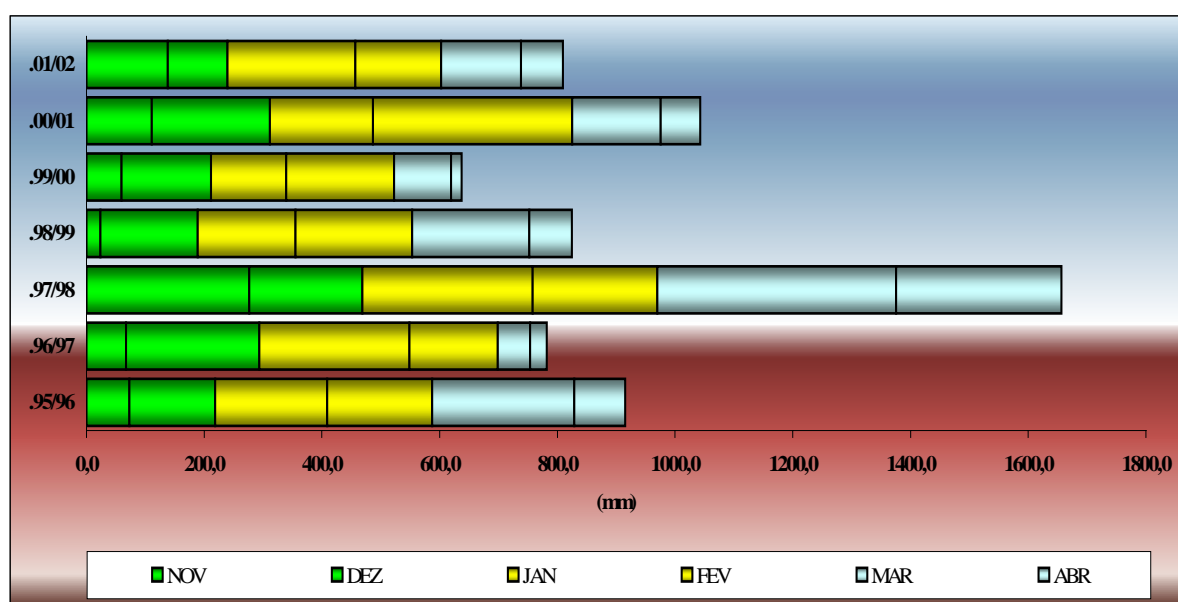


Figura 9. Precipitação pluvial durante o período de condução da cultura de soja na Região dos Campos Gerais (novembro – abril), nas safras de 1995/96 à 2001/02.

Quadro 2. Monitoramento de doenças em lavoura de soja, implantada nos sistemas de plantio convencional (PC), direto (PD) e campo nativo (PDCN).

	1995/96	1996/97	1997/98	1998/99	1999/00	2000/01	2001/02
PC	<u>8/0</u>	<u>8/4</u>	<u>10/7</u>	<u>10/4</u>	<u>9/2</u>	<u>9/3</u>	<u>9/6</u>
PD	<u>8/0</u>	<u>8/0</u>	<u>10/5</u>	<u>10/1</u>	<u>9/1</u>	<u>9/4</u>	<u>9/2</u>
PDCN	<u>8/0</u>	<u>8/0</u>	<u>10/0</u>	<u>10/0</u>	<u>9/0</u>	<u>9/0</u>	<u>9/0</u>

X/Y, onde A= número total de amostragem, e B= número de amostras com doenças
 Patógenos identificados: *Macrophomina phaseolina*; *Fusarium solani* f. sp. *glycines*; *Rhizoctonia solani*

Na safra agrícola de 1995/96, a região apresentou uma distribuição pluvial uniforme durante todo o ciclo da soja, permitindo um bom desenvolvimento da cultura, evitando condições de estresse, fato este, que acredita-se justificar a ausência de doenças de solo em todos os sistemas observados (PC, PD, PDCN). O número de oito verificações durante o ciclo da cultura pareceu satisfatório, pois os resultados foram similares.

Para a safra 1996/97, verificou-se um volume maior de precipitação durante o período vegetativo da cultura da soja (dezembro e janeiro), seguido por um período de estresse hídrico, onde se verificou nos meses de fevereiro, março e abril, um volume de 233,3 mm distribuídos de forma irregular (Figura 10). Esta distribuição irregular promoveu, na área de plantio convencional (PC), um menor desenvolvimento da cultura, pois as conseqüências de seca são facilmente sentidas neste sistema de plantio. Esta carência ocorreu justamente no período de translocação de nutrientes para enchimento dos grãos. Nesta safra, das oito amostragens realizadas para verificação de doenças de solo, em quatro amostras (épocas) no sistema convencional foram constatadas plantas doentes, nos demais sistemas não

foram observadas plantas com sintomas de doenças. Devido a este fato, e para garantir maior confiabilidade nas observações, foi elevado na safra seguinte, de oito para dez, o número de épocas para amostragem. O principal patógeno encontrado nas amostras coletadas foi *M. phaseolina*, constatado como sendo o agente causal da doença.

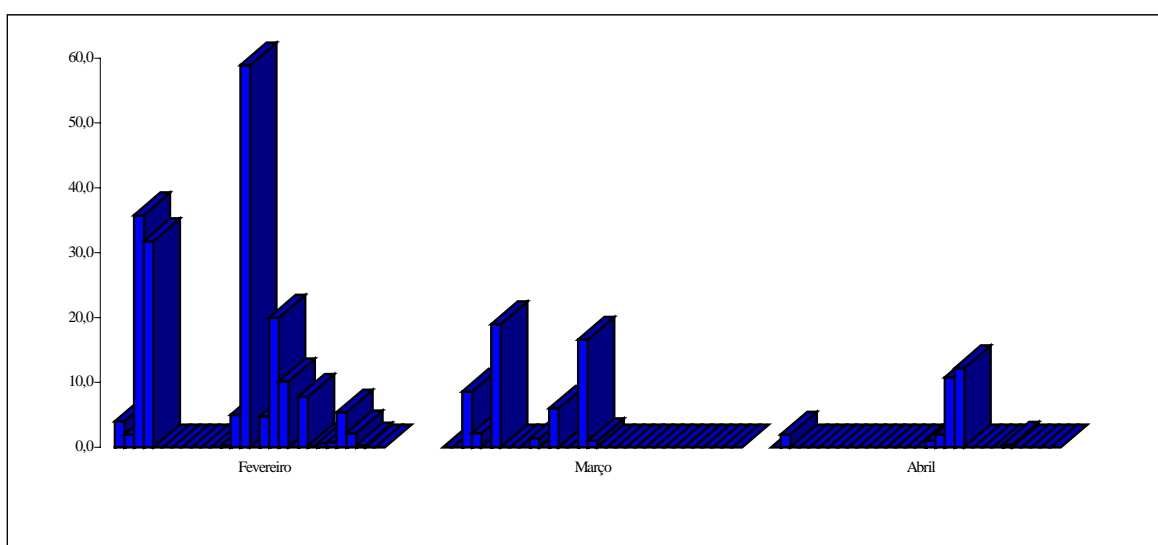


Figura 10. Precipitação pluvial diária nos meses de fevereiro, março e abril de 1997, demonstrando a distribuição irregular.

Na safra 1997/98, a Região dos Campos Gerais apresentou uma precipitação extremamente elevada, com 2430,4 mm durante o ano, e durante o ciclo da cultura o acumulado foi de 1656.6 mm, com uma distribuição uniforme, isto é, precipitações semanais em torno de 50,0 mm durante todo o desenvolvimento da cultura. Foi ano do fenômeno *El niño*, onde os maiores prejuízos se caracterizaram por processos erosivos, principalmente em solos sob sistema PC. O excesso de umidade, de uma maneira geral, predispõe a cultura a um ótimo de desenvolvimento, sendo os fatores interferentes mais ou menos prejudiciais em

função da densidade ou inóculo inicial e dos mecanismos de controle utilizados. Especificamente para este experimento, verificou-se para as áreas de PC e PD uma elevada frequência de doenças nas avaliações efetuadas. No sistema PC, das 10 verificações efetuadas durante o ciclo da cultura da soja, em sete foram constatadas plantas doentes. Os principais patógenos observados nestas plantas foram *F. solani* f. sp. *glycines* e *R. solani*, sendo que *Fusarium* esteve presente em todas as amostras observadas, enquanto *Rhizoctonia* apareceu somente nas amostras correspondentes ao desenvolvimento vegetativo da cultura (dezembro a fevereiro). As plantas onde foram encontrados micélios do patógeno, apresentavam acima das áreas lesionadas, um novo fluxo de raízes secundárias que, de acordo com Sweets & Wrather (2000), caracteriza-se como sintoma da doença. Os danos induzidos por *F. solani* nas áreas afetadas foi significativo, correspondendo a 14,4% de redução em PC, quando comparado com a média de produção dos sete anos de observação (Quadro 7). Para a gleba de PD observada, a redução na produção foi de 8,2% em relação à média do período de observação. A maior redução observada em PC, pode também estar acrescida das perdas promovidas por selamento superficial no início do desenvolvimento da lavoura de soja e, posteriormente, por erosão hídrica, comum neste sistema de plantio.

Na safra 1998/99 observou-se um período de estiagem logo após a implantação da cultura (03/11/1998), que durou 35 dias após a primeira emergência. A germinação pós-plantio ocorreu devido a umidade presente no solo, sendo maior em áreas de PD e PDCN e muito baixa principalmente em PC, permanecendo as sementes no solo até as chuvas de dezembro, onde se observou um segundo ciclo de germinação (Figura 11). As plantas que emergiram logo após o plantio (± 10 dias após o plantio) apresentaram subdesenvolvimento, sendo que as demais sementes, que germinaram após a segunda

quinzena de dezembro, quando as chuvas normalizaram, em pouco tempo igualaram-se em tamanho. Este fato provocou, em muitas lavouras da região, um replantio, principalmente em produtores que não efetuaram o tratamento fungicida de sementes e também aqueles que optaram por PC. Nas áreas de PD e PDCN, a emergência foi normal e as plantas apresentaram um desenvolvimento satisfatório, mesmo com a falta de chuva, garantida pela reserva de matéria orgânica e, principalmente, pela proteção de palha sobre o solo, evitando perdas de água por evaporação. As observações, em número de dez, efetuadas durante o ciclo da soja, apresentaram quatro amostras com doenças em PC e uma em PD. Em PC observou-se, nas duas amostras iniciais, a presença de *M. phaseolina* e *R. solani* e, nas duas últimas, somente a presença de *M. phaseolina*. Em PD, na amostra onde se encontraram plantas doentes, verificou-se a presença de *M. phaseolina*. A presença deste patógeno deve-se, principalmente, às condições climáticas extremamente favoráveis ao seu desenvolvimento, encontrando no PC as plantas de soja sob condições de estresse, subdesenvolvidas e, também, devido ao maior ataque de pragas de solo, tornando-as mais suscetíveis ao ataque de fungos. No PD, embora as condições climáticas fossem as mesmas, a maior quantidade de umidade do solo garantiram uma menor severidade da doença, principalmente *M. phaseolina*.

Na safra 1999/00, as avaliações iniciaram em 11/11/1999, totalizando um número de dez, das quais duas amostras em PC apresentaram plantas doentes e uma em PD. Nesta safra, a precipitação pluval foi de 637.3 mm, concentrados nos meses de dezembro/99, janeiro/00, fevereiro/00 e março/00, onde apresentaram distribuição normal, não ocorrendo período de estiagem. Das duas amostras obtidas em PC, constatou-se a presença de *F. solani* f. sp. *glycines*, enquanto na amostra com doença, encontrada para PD, o patógeno foi *R. solani*. Observou-se nesta safra que, apesar da presença de pequenas reboleiras com

doenças, não se verificou queda na produção, permanecendo os altos níveis de rendimento comuns da Região dos Campos Gerais. A distribuição regular de chuvas durante o desenvolvimento vegetativo e a fase reprodutiva da cultura garantiram um ótimo rendimento, que, aliada às condições de seca durante a colheita (20/04/00), garantiram a qualidade dos grãos produzidos.



Figura 11. Efeito de estiagem sobre a lavoura de soja, safra 1998/99. Um segundo período de germinação ocorreu após a normalização das chuvas, 35 dias após a primeira germinação. A) detalhe da linha de plantio; B) vista geral da área. C) detalhe mostrando variação em diversas linhas consecutivas.

Os resultados obtidos na safra 2000/01, correspondendo a três avaliações com doenças em PC e quatro em PD, refletem o aumento de inóculo nas áreas, principalmente de *F. solani* f. sp. *glycines*, único patógeno presente em todas as amostras. As

condições climáticas foram favoráveis ao desenvolvimento do fungo, com precipitação acumulada durante o ciclo da cultura de 1043.0 mm, com distribuição uniforme a partir de 13/12/00 até o final de março/2001 (Figura 12). Observa-se que os meses de fevereiro e março de 2001, quando a cultura da soja passava da fase vegetativa para fase reprodutiva, com o conseqüente enchimento de grãos, as precipitações foram quase que diárias, favorecendo o desenvolvimento da cultura, mas também promovendo condições ideais de desenvolvimento do patógeno. Neste safra os índices de produção tanto para PC quanto para PD, onde foram constatadas plantas doentes, foram superiores aos valores médios de cada área. Para PD observou-se uma produção 0,67% superior à média, enquanto para PC o índice foi de 1,93%.

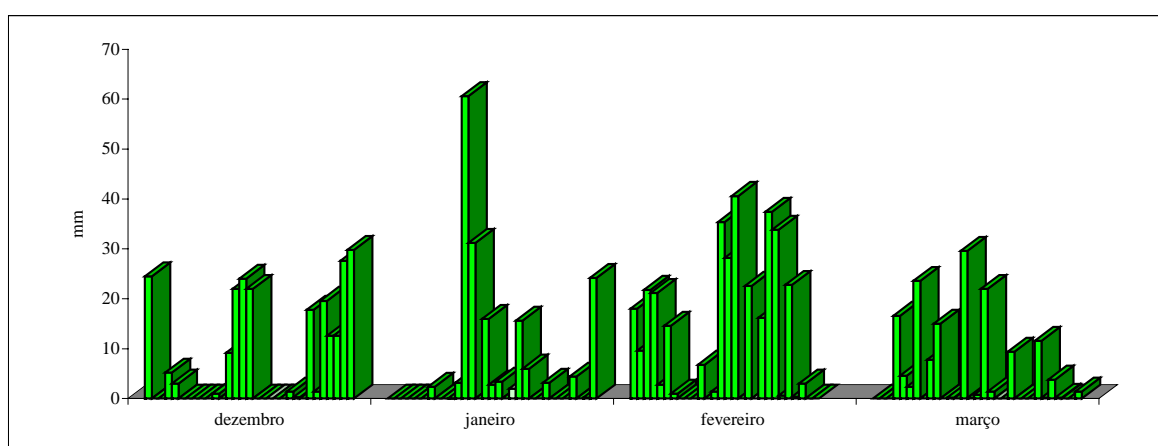


Figura 12. Distribuição pluvial na Região dos Campos Gerais no período de dezembro/2000 à março/2001.

As condições climáticas para a safra de soja 2001/02 apresentaram características que permitiram um ótimo desenvolvimento da lavoura. Nas região onde se desenvolveu o experimento, as chuvas foram regulares, embora apresentando períodos de altas

concentrações seguidos por períodos secos (Figura 13), fato este que favoreceu o desenvolvimento dos principais patógenos de solo na cultura, *M. phaseolina*, *R. solani* e *F. solani* f. sp. *glycines*. Para as verificações efetuadas em PC, em seis amostras foram constatadas a presença de plantas doentes. Em PD foram constatadas plantas doentes em duas amostras. Nesta safra foram realizadas nove avaliações, iniciando em 24/11/2001 e terminando em 03/04/2002. Os patógenos que predominaram em todas as amostras com doenças foram *M. phaseolina*, *R. solani* e *F. solani* f. sp. *glycines*, tanto nas amostras coletadas no sistema PC quanto nas observadas em PD.

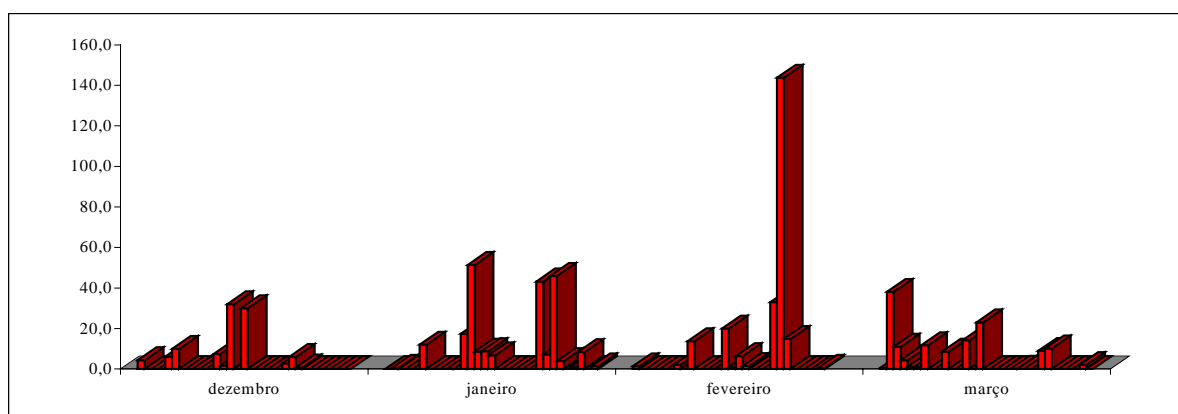


Figura 13. Distribuição pluvial na Região dos Campos Gerais no período de dezembro/2001 à março/2002.

Foram observadas reboleiras de plantas afetadas, caracteristicamente com as plantas no centro da reboleira mortas e as da periferia em estado intermediário, ou seja, parcialmente afetada. Um fato importante de ser citado, principalmente quando se observa estas diferentes variações climáticas no ciclo da cultura, é a fato da doença afetar as plantas nos mais diferentes estádios fenológicos (Quadro 3). Plantas em fase de desenvolvimento

vegetativo, afetadas no início de desenvolvimento da cultura, morriam rapidamente (Figura 14A). Plantas na fase reprodutiva foram afetadas em diferentes estádios. Quando afetadas entre os estádios R1 a R4 não produziram sementes, morrendo em seguida. Quando afetadas após o estádio R5, os grãos produzidos não apresentaram o mesmo desenvolvimento das plantas saudias, sendo a translocação de nutrientes interrompida e os grãos permanecendo com o tamanho semelhante aquele do início da doença. O resultado prático deste fato é a formação de vagens menores, com grãos falhados, ou ausentes em algumas vagens (Figura 14B e C).

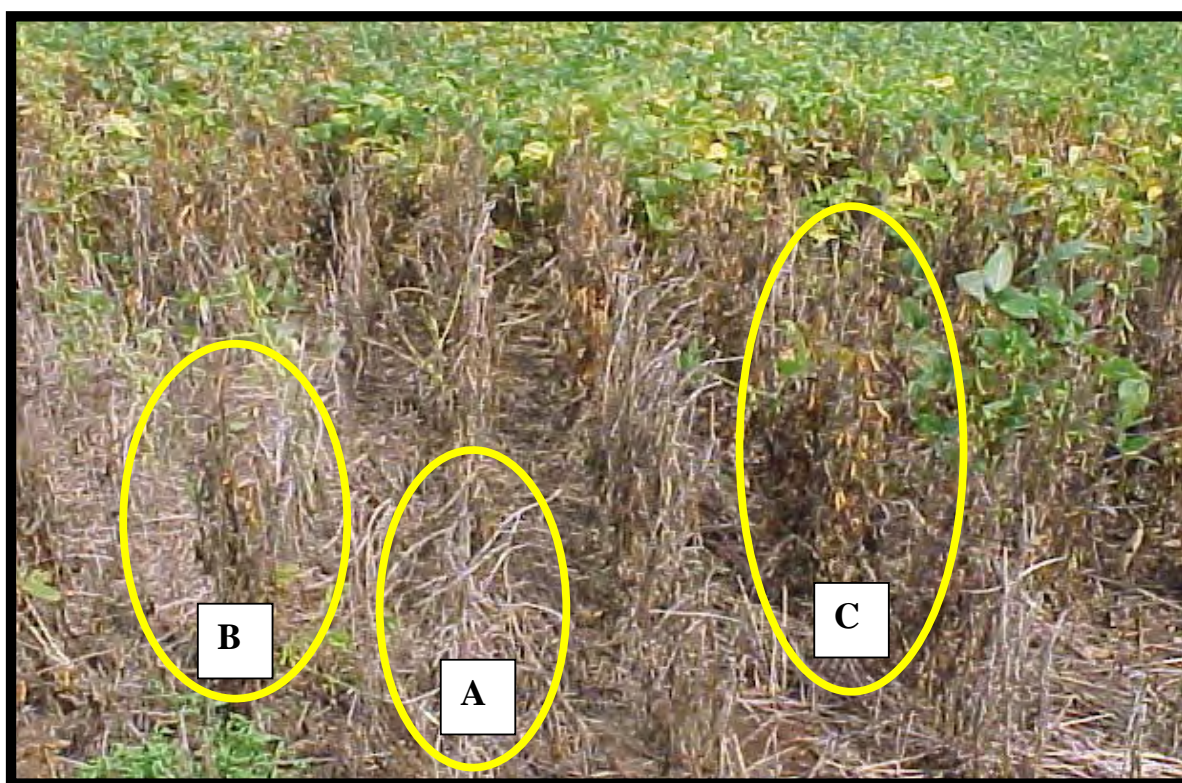


Figura 14. Reboleira de soja afetada por fungos de solo. Detalhe de ataque em diferentes estádios fenológicos. A) plantas em estágio de desenvolvimento vegetativo, B) plantas em estágio reprodutivo (R1 a R4), e C) plantas nos estádios R5.1 ou superiores.

Quadro 3. Estádios de desenvolvimento da cultura da soja (Yorinori et al., 1993).

ESTÁDIO	DESCRIÇÃO
I. Fase Vegetativa	
VC	Da emergência a cotilédones abertos
V1	Primeiro nó: folhas unifolioladas abertas
V2	Segundo nó: primeiro trifólio aberto
V3	Terceiro nó: segundo trifólio aberto
...	
Vn	Enésimo (último) nó com trifólio aberto, antes da floração
II. Fases Reprodutiva (Observações na haste principal)	
R1	Início da floração: até 50% das plantas com uma flor
R2	Floração plena: maioria dos ramos com flores abertas
R3	Final da floração: vagens com até 1,5 cm
R4	Maioria das vagens no terço superior com 2-4 cm
R5.1	Grãos perceptíveis ao tato a 10% da granação
R5.2	Maioria das vagens com granação de 10 a 25%
R5.3	Maioria das vagens entre 25 e 50% de granação
R5.4	Maioria das vagens entre 50 e 75% de granação
R5.5	Maioria das vagens entre 75 e 100% de granação
R6	Vagens com granação de 100% e folhas verdes
R7.1	Início a 50% de amarelecimento de folhas e vagens
R7.2	Entre 50 e 75% de folhas e vagens amarelas
R7.3	Mais de 75% de folhas e vagens amarelas
R8.1	Início a 50% de desfolha
R8.2	Mais de 50% de desfolha à pré-colheita
R9	Ponto de colheita

Em todas as avaliações realizadas na gleba CN-1, onde a cultura da soja foi implantada no sistema PDCN, não foram detectadas plantas com sintomas de doenças induzidas por microorganismos de solo (Quadro 2). Quando da implantação do sistema agrícola nesta área, a vegetação predominante foi dessecada, sendo, em seguida, efetuado o plantio de aveia-preta. Este processo iniciou a uniformização da matéria orgânica sobre a área,

favorecendo o desenvolvimento de microorganismos nativos do solo através da maior disponibilidade de nutrientes. Com a implantação das safras seguintes, a vegetação nativa cedeu lugar a novas plantas, normalmente provenientes de sementes, com ciclo mais curto, aumentando, desta forma, a disponibilidade de alimentos, mesmo na ausência da cultura.

Os solos agrícolas normalmente apresentam uma microbiota característica, permanecendo na maior parte do tempo em estado de dormência, justamente devido à ausência de nutrientes. Após a adição de matéria orgânica ocorre uma intensa multiplicação e grande crescimento microbiano, mantendo-se até que a matéria orgânica seja consumida e volte a ser limitante (Cardoso, 1992; Warcup, 1965). No sistema PD observa-se uma maior atividade microbiana, principalmente devido à permanência dos restos de cultura sobre a superfície do solo, promovendo, desta forma, um maior desenvolvimento dos fungos necrotróficos. A presença de fungos fitopatogênicos neste sistema requer uma alta capacidade de sobrevivência na ausência da cultura, fato este incomum na maioria dos fungos, que se mostram altamente eficientes para o parasitismo ou para o saprofitismo (Flor, 1942). Entre as exceções encontram-se os gêneros *Rhizoctonia* e *Fusarium*, que parecem manter as duas aptidões em alto grau de competição. Quando, por problemas de manejo e/ou outro mecanismo de contaminação, áreas de PD são infestadas com estes patógenos, existe a probabilidade de uma adaptação, por se mostrarem mais eficientes que os microorganismos nativos no consumo dos alimentos disponíveis (restos culturais). Neste caso, quando da implantação de culturas suscetíveis, como a soja, iniciam-se os processos de infecção tão logo as condições ambientais se tornem favoráveis, podendo os sintomas ser observados em reboleiras ou dispersos na área. Nas áreas onde se permite um aumento no teor de matéria orgânica, bem como a preservação

da microbiota natural, a presença de biocontroladores como *Trichoderma* spp. podem ser a diferença entre o sucesso e o fracasso destes fungos no processo de competição.

Na área onde se implantou o PDCN estes fatos não se mostraram reais. Em primeiro lugar, diferentemente das áreas em PD, o sistema PDCN apresentou evidências experimentais de preservação dos microorganismos nativos e promovendo um aumento populacional, através da maior disponibilidade de nutrientes, elevou-se a população a novos níveis de equilíbrio, em favor de microorganismos decompositores da matéria orgânica. No PC e no PD, para garantir uma melhor uniformidade das características químicas do solo, em curto período de tempo, se alteram suas propriedades físicas, ficando exposta a comunidade microbiana, a qual se reduz tanto em diversidade quanto em população. Desta forma, quando da implantação de cultivos nestas áreas, deverá existir também uma adaptação dos microorganismos nativos à nova situação, isto é, diferente pH, diferentes composição de nutrientes, ausência de matéria orgânica (nutrientes) e uma nova planta se desenvolvendo, normalmente protegida por fungicidas nos seus estádios iniciais. Quando se pensa nos fitopatógenos necrotróficos, que possam estar presentes nesta área, tudo parece estar contribuindo para seu aumento populacional, pois os microorganismos nativos encontram-se em dormência pela escassez de alimento; o único alimento disponível, nos próximos meses, só atende os fitopatógenos, que dependendo das condições ambientais, podem conduzir a uma epidemia. A competição por alimentos entre os fitopatógenos e os microorganismos nativos só irá acontecer após a colheita da cultura, período suficientemente grande para desequilibrar a população microbiana do solo em favor dos fitopatógenos necrotróficos.

No PDCN, o inverso ocorre; durante os processos iniciais, este equilíbrio se faz em favor dos microorganismos nativos, promovendo maior diversidade e

permitindo uma maior população, justamente por aumentar a quantidade de alimento, preservar a estrutura física do solo e, de forma lenta e gradual (ao longo de várias safras), alterar as características químicas do solo, permitindo que esta população estabilizada também se ajuste às novas condições. Neste caso, a entrada de fitopatógenos necrotróficos encontraria, desde os primeiros instantes, uma forte competição por microorganismos eficientes no saprofitismo e altamente adaptados àquele ambiente, além de servirem como fonte de alimentos aos microorganismos biocontroladores, presentes na população nativa. No entender deste autor, estes são os principais fatores, na justificativa da ausência de doenças induzidas por fitopatógenos de solo na cultura da soja, implantada em PDCN, mesmo num processo de monocultivo por sete anos seguidos.

6.2 Avaliação de sanidade de sementes

As análises elaboradas no Laboratório de Patologia de Sementes da UEPG, detectaram a presença de diversos microorganismos nas sementes provenientes de plantas doentes, coletadas em reboleiras na safra 2001/02. Os resultados, observados no Quadro 4, refletem o percentual de sementes infectadas com os diferentes fungos.

Quadro 4. Porcentagem de sementes portadoras de patógenos em amostras provenientes de plantas sadias (PS) e plantas doentes (PD) observadas por microscópio estereoscópio, safra 2001/02.

	Porcentagem de Infecção (%) [*]	
	PS	PD
<i>Fusarium</i> sp.	12,75	29,83
<i>Phomopsis</i> spp.	7,33	13,66
<i>Cercospora kikuchii</i>	7,50	3,83
<i>Colletotrichum truncatum</i>	0,00	0,16
<i>Phoma</i> sp.	0,66	0,91
<i>Cladosporium</i> sp.	35,08	24,16
<i>Penicillium</i> spp.	36,16	4,91
<i>Alternaria</i> spp.	2,16	34,16
<i>Aspergillus</i> spp.	1,83	0,16

* 400 sementes, colocadas em 20 gerbox contendo 20 sementes cada.

Embora as plantas doentes sejam provenientes de reboleiras encontradas em cultivo de soja, onde foram constatadas podridões causadas, respectivamente, por *F. solani* f. sp. *glycines*, *M. phaseolina* e *R. solani*, os dois últimos patógenos não foram constatados nas sementes. As plantas afetadas por fungos causadores de podridões sofreram os ataques nos mais diferentes estádios de desenvolvimento. Quando atacadas após o início de enchimento de grãos, estes mostraram-se parcialmente desenvolvidos, promovendo perdas que neste experimento atingiu 45,79% (Figura 15 e Quadro 5). Estas perdas quantitativas, na maioria das lavouras passam despercebidas, pois dependem muito da incidência de reboleiras

e/ou plantas afetadas. Porém, as perdas qualitativas podem, em caso de campos de sementes, inviabilizar toda a produção para esta finalidade. As vagens de plantas que são afetadas nos estádios R5.1 ou após, mostram-se externamente com desenvolvimento completo, porém apresentam no seu interior grãos pequenos e mal formados, sendo comum este fato em ataques tardios, quando as condições climáticas tornam-se favoráveis aos patógenos e a área encontra-se contaminada (Figura 16).



Figura 15. Amostras de 100 sementes provenientes de plantas saudáveis (PS) e plantas doentes (PD) caracterizando a formação de grãos pequenos e chochos, refletindo diretamente no rendimento e qualidade da produção.

No Quadro 5 observa-se que entre as amostras provenientes de plantas doentes (1, 2 e 3) correspondentes à média de 10 sub-amostras (1000 sementes) apresentaram valores estatisticamente menores que as amostras provenientes de plantas sadias (4, 5 e 6). Entre as médias provenientes de plantas doentes verifica-se que a amostra 1 foi estatisticamente inferior que as amostras 2 e 3 e entre estas não se observou diferença estatística, de acordo com o teste de Tukey a 5% de probabilidade. O mesmo se verificou para as amostras provenientes de plantas sadias, ou seja, as amostras 4 e 5 mostraram-se estatisticamente iguais e inferiores à amostra 6.

Quadro 5. Peso médio de amostras de 100 sementes provenientes de plantas sadias e plantas doentes obtidas em reboleiras de soja infectadas por *F. solani* f. sp. *glycines*, *R. solani* e *M. phaseolina*.

Amostras		Peso médio ¹ (gramas)	Média ²
Plantas doentes	1	8,00 d	
	2	10,67 c	
	3	11,28 c	9,98 b
Plantas sadias	4	17,41 b	
	5	17,90 b	
	6	19,93 a	18,41 a
C.V. – (%) ³		3,9	
D.M.S. – (5%) ⁴		0,7	

1 Peso médio correspondente a 10 amostras contendo 100 sementes. Médias seguidas da mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

2 Média dos tratamentos 1+2+3, provenientes de plantas doentes e 4+5+6, provenientes de plantas sadias.

3 Coeficiente de variação.

4 Diferença mínima significativa a 5%

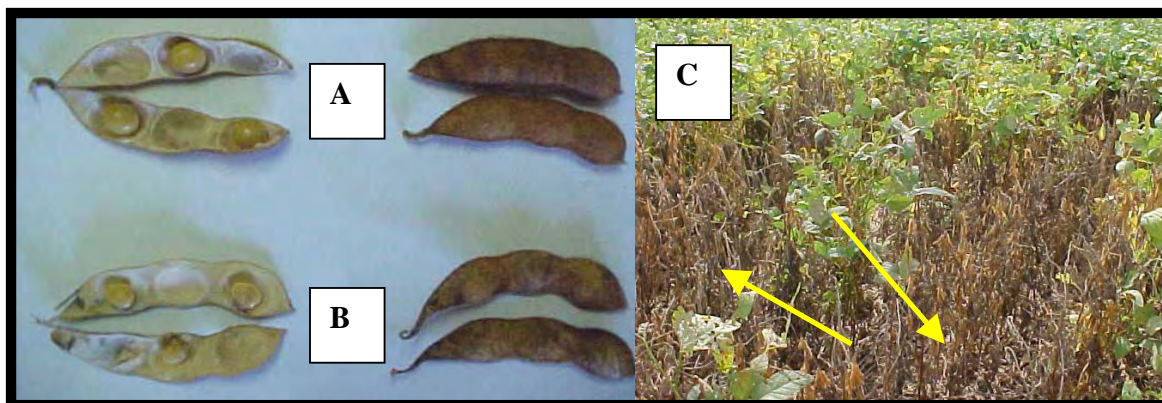


Figura 16. Desenvolvimento irregular dos grãos provenientes de plantas afetadas por fungos de solo. A) vagens saudáveis, com os grãos completamente formados, B) vagens totalmente desenvolvidas, porém com grãos subdesenvolvidos, C) plantas afetadas após o estágio 5.1, onde se interrompe a translocação de nutrientes.

6.3 Avaliação de cobertura de solo

O Quadro 6 apresenta os resultados médios, em toneladas por hectare, das amostras realizadas nas oito coberturas utilizadas no experimento. Os valores correspondem à média de quatro repetições por cultura, sendo cada repetição composta por 10 sub-amostras.

Observa-se, na Figura 10, que as diferentes coberturas de inverno apresentam comportamento similar ao longo do ciclo da cultura da soja, embora partindo de diferentes volumes de massa inicial. As culturas de centeio, triticale e aveia-preta foram aquelas que apresentaram maior volume de matéria seca por hectare, fato este relacionado com melhor desenvolvimento inicial destas culturas, conseqüentemente no ponto de rolagem na época de plantio da soja. Para a cultura de azevém, onde se verificou a menor quantidade de matéria seca, atribuímos este fato ao lento processo de germinação e desenvolvimento inicial, mesmo nas áreas onde esta cultura se encontra perenizada, a germinação ocorre tardiamente,

sendo que na época de plantio da soja, a cultura não desenvolveu todo o seu potencial vegetativo; desta forma, para azevém, ou se efetua adubação de base e em cobertura, visando apressar o desenvolvimento, ou se implanta a cultura de soja mais tarde, quando a cultura atingir o ponto de rolagem. As culturas de trigo, cevada, nabo forrageiro e ervilhaca apresentaram um volume de massa seca similar, sendo que, para nabo forrageiro e ervilhaca, o processo de decomposição se efetua mais rapidamente, devido, principalmente, a maior disponibilidade de nitrogênio.

Quadro 6. Dinâmica dos restos culturais em área de PDCN durante o ciclo de desenvolvimento da cultura do soja nas diferentes coberturas de inverno.

	Peso de massa seca (t/ha)							
	02/11/00	28/12/00	09/02/01	19/03/01	23/04/01	12/05/01	30/05/01	27/06/01
Ervilhaca	31,2	25,69	3,25	2,96	3,54	6,53	4,49	4,06
Trigo	37,6	27,64	3,87	2,89	3,91	6,81	5,61	4,23
Nabo F.	34,1	21,30	4,76	3,54	4,54	7,05	4,55	3,78
Aveia Pta.	42,3	36,91	5,56	4,15	4,57	6,95	5,31	4,66
Centeio	49,3	35,12	4,76	3,32	4,36	6,93	5,07	4,51
Cevada	33,0	23,09	4,54	3,30	3,50	7,25	4,05	3,64
Triticale	47,6	35,45	4,67	3,24	3,97	7,48	3,77	4,49
Azevém	21,6	13,01	3,41	2,80	3,48	6,55	4,67	3,69

Observa-se, na Figura 17, que após a colheita da soja, efetuada em maio, os valores médios dos restos culturais passaram de 3 a 4 t/ha para 6 a 7 t/ha, pois foram acrescidos dos restos da cultura da soja. Este aumento se caracteriza desde o final de abril, devido à senescência da cultura, provocando um acúmulo de material vegetal sobre o solo. A

partir de junho, se inicia o plantio das coberturas de inverno, que de uma forma geral, garantem a cobertura do solo durante todo o ano, evitando processos erosivos, garantindo melhores características químicas e físicas do solo através do aumento da biomassa microbiana, além de preservar a umidade e garantir a plantabilidade da área. Em áreas de PD e PDCN a época de plantio, normalmente é definida pelo proprietário da gleba e não por condições climáticas favoráveis. Longos períodos de chuva não impedem o plantio, pois com algumas horas de sol a área pode ser utilizada, enquanto em PC o tempo de espera é maior. O mesmo se observa para longos períodos de seca, quando em áreas de PC obrigatoriamente, deve-se esperar pelas primeiras chuvas, em PD e PDCN, a umidade para germinação e desenvolvimento da cultura, está garantida sob a palha.

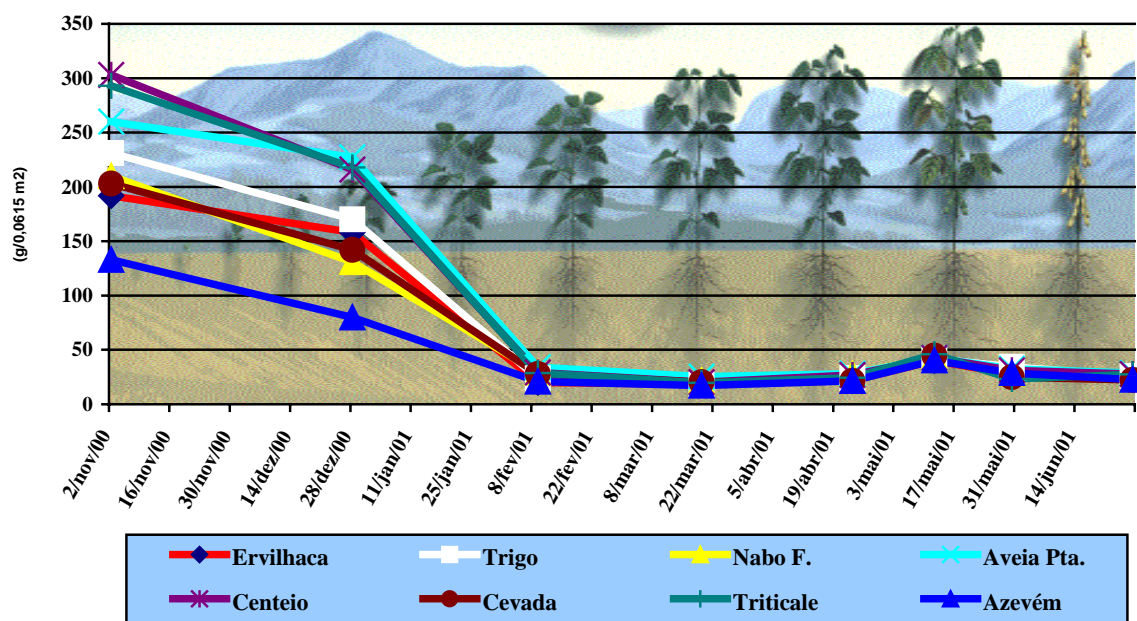


Figura 17. Avaliação do peso de matéria seca dos resíduos (t/ha) das diferentes coberturas de inverno coletados antes, durante e após a implantação de lavoura de soja.

6.3 Avaliação de produção

Os rendimentos obtidos para a cultura da soja nos sistemas PD e PC, durante todo o período do experimento, foram compatíveis com as condições climáticas da região e com a tecnologia utilizada. As áreas onde foram implantadas as lavouras, consideradas de boa fertilidade e as variações ocorridas entre safras são decorrentes, principalmente, de mudanças climáticas, que favoreceram o desenvolvimento de interferentes, quer seja no aumento do ataque de pragas em anos mais secos, nas dificuldades de manejo de plantas daninhas em anos mais chuvosos, ou alternando fluxos de doenças de parte aérea e radicular.

No Quadro 7, onde se observam os rendimentos nos diferentes sistemas de plantio, no período de 1995 à 2002, verifica-se uma evolução no sistema PDCN, desde sua origem até os dias atuais. Esta evolução, garantida por um processo de correção de acidez do solo lento e gradativo, através da calagem superficial, demonstrou pouca interferência no rendimento, porém garantiu melhores qualidades químicas ao solo evitando choques drásticos na população de microorganismos. A correção da acidez, onde inicialmente o pH se encontrava com média de 3,5 a 4,2, foi efetuada com a adição de 2 t de calcário em superfície, inicialmente antes do início de cada safra (nos dois primeiros anos) e posteriormente, somente uma aplicação anual de 2 t, antes da implantação da cultura de inverno, chegando na safra de 2001/02 com o pH corrigido a nível médio superior a 5,5 garantindo a ausência de Al^{+++} tóxico e uma melhor absorção de nutrientes pelas plantas (Quadro 9).

No Quadro 7, quando se comparam as produtividades médias entre safras, não se observam diferenças estatísticas nos diferentes tratamentos, de acordo com Tukey a 5% de probabilidade. Porém, quando se comparam as médias das safras obtidas ao longo dos sete anos de experimento, verifica-se que, embora a média de PDCN seja estatisticamente inferior àquela obtida para PD, não se observa diferença estatística entre PDCN e PC e nem deste e PD. Os rendimentos baixos, obtidos nos primeiros anos do experimento, começam a ser diluídos ao longo dos anos, através da obtenção de rendimentos crescentes e constantes, enquanto no PC existe uma tendência de variação altamente dependente dos fatores interferentes (pragas, plantas daninhas e doenças) influenciadas pelas condições climáticas.

Quadro 7. Rendimento da cultura da soja implantada em diferentes sistemas de cultivo no período de 1995 à 2002. Cada safra corresponde à média de 5 avaliações sobre cada repetição da cobertura, ou seja, 20 avaliações por cobertura e 140 avaliações no experimento.

	Safra							Média
	1995/96	1996/97	1997/98	1998/99	1999/00	2000/01	2001/02	Safras
PDCN	2100 b	2750 a	2850 a	2800 a	2970 a	3150 a	3443 a	2866 b
PD	3350 a	3210 a	3100 a	3450 a	3600 a	3400 a	3530 a	3377 a
PC	3010 a	3190 a	2600 a	2940 a	3130 a	3100 a	3310 a	3040 ab
C.V. (%)								7,6
D.M.S. para safra (5%)								677,9
D.M.S. para média das safras (5%)								338,0

Médias seguidas da mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

C.V. = Coeficiente de variação em porcentagem

D.M.S. = Diferença mínima significativa a 5% de probabilidade

No Quadro 8, encontram-se as médias coletadas nas faixas correspondentes às coberturas de inverno, onde foram coletadas 12 amostras por faixa, sendo as médias A, B e C correspondentes à quatro amostras cada uma. Estas médias foram submetidos à análise de variância pelo teste F, e a diferença entre médias, quando significativa, foi comparada pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade, através da utilização do “software” Sanest (Sarries e Couto, 1988). Observou-se que as médias obtidas sobre diferentes coberturas não apresentaram diferenças estatísticas entre si.

No Quadro 9, onde se encontram os resultados da análise química do solo procedente de PDCN, realizada na safra 2001/02, constata-se a eficiência da calagem superficial, onde a média do pH de 5,9 próximo do ideal para áreas de cultivo foi obtida em camada de 0 – 20 cm, onde se desenvolvem a maioria das raízes de plantas cultivadas. Os diferentes níveis de nutrientes se encontram coerentes entre si e, muito similares às áreas de PD existentes na FESCON. Acreditamos, em função dos resultados obtido, que a partir do 5^o ano de implantação de PDCN, as glebas apresentem comportamento similar às aquelas de PD iniciadas no modelo tradicional (correção de acidez e adubação fosfatada incorporadas).

Quadro 8. Produtividade de soja na safra 2001/2002 implantada no sistema PDCN em função das coberturas de inverno.

Coberturas	Produtividade (kg/ha)			
	A	B	C	Média (A+B+C)
Azevém	3683,8	3359,6	3960,0	3667,8 a
Ervilhaca	3037,4	3554,7	3791,2	3461,1 a
Trigo	3799,5	3393,0	3777,8	3656,8 a
N. Forrageiro	3353,1	3275,0	3470,1	3366,1 a
Aveia-preta	3839,7	3386,4	3598,4	3608,2 a
Centeio	3457,2	3155,0	3627,9	3413,4 a
Cevada	3902,0	3118,4	2968,9	3329,8 a
Triticale	3393,7	2979,0	3422,2	3265,0 a
Média				3442,9
C.V. (%)				7,6
D.M.S. (5%)				348,6

Médias seguidas da mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

A, B e C correspondem à média de 4 amostragens cada uma.

C.V. = Coeficiente de variação em porcentagem

D.M.S. = Diferença mínima significativa a 5% de probabilidade

Quadro 9. Análise química de amostras de solo provenientes da área de PDCN, safra 2001/02, conforme distribuição por coberturas de inverno, composta de 40 sub-amostras por cobertura.

Amostra	pH	H+Al	Al	Ca+Mg	Ca	K	P	C	CTC	V	Ca/Mg	Ca+Mg/K
	CaCl ²						Mehlich-1					
	cml.c/dm ³						mg/dm ³	g/dm ³	cmolc/cm ³	(%)		
B1-1	5,6	3,97	0,0	6,6	4,0	0,25	1,4	18	10,82	63	1,5	26,4
B1-2	6,1	2,95	0,0	7,7	4,7	0,18	3,8	17	10,83	73	1,6	42,8
B1-3	5,9	3,42	0,0	6,5	3,9	0,26	4,5	18	10,18	66	1,5	25,0
B1-4	5,7	3,42	0,0	5,5	3,4	0,18	5,2	17	9,10	62	1,6	30,6
B1-5	5,5	3,97	0,0	5,5	3,3	0,19	2,9	16	9,66	59	1,5	28,9
B1-6	6,0	2,74	0,0	5,4	3,4	0,15	4,2	15	8,29	67	1,7	36,0
B1-7	6,1	2,54	0,0	4,7	2,8	0,15	6,9	13	7,39	66	1,5	31,3
B1-8	6,3	2,36	0,0	5,5	3,5	0,16	6,5	14	8,02	71	1,8	34,4
Média	5,9	3,17	0,0	5,9	3,6	0,19	4,4	16,0	9,29	65,9	1,6	31,9

Quadro 10. Precipitação mensal, em milímetros, na Região dos Campos Gerais durante o período de avaliação do experimento.

	Precipitação mensal (mm)							
	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
JAN	562,9	190,1	255,2	289,2	165,6	127,9	175,3	217,2
FEV	185,0	178,4	150,1	212,3	198,4	183,5	338,2	146,0
MAR	87,6	241,4	54,8	405,4	199,1	96,6	150,8	135,6
ABR	79,7	86,5	28,4	281,1	72,5	17,9	67,2	71,0
MAI	27,2	2,0	61,4	70,2	78,5	54,9	163,9	157,2
JUN	126,5	147,6	200,3	93,4	154,9	181,5	114,7	26,5
JUL	150,7	73,1	68,0	126,2	108,6	89,0	147,3	-
AGO	37,5	80,3	80,7	223,5	3,0	103,1	77,4	-
SET	199,1	182,0	200,6	279,6	110,6	246,9	117,0	-
OUT	175,5	195,9	258,5	260,2	76,6	286,0	237,2	-
NOV	73,0	67,3	276,6	23,7	59,8	111,2	138,1	-
DEZ	145,8	226,2	192,0	165,6	151,6	200,3	101,4	-
Precip. Anual	1850,5	1670,8	1826,6	2430,4	1379,2	1698,8	1828,5	-

7. CONCLUSÕES

O sistema de plantio direto em campo nativo – PDCN, pode representar uma importante ferramenta no manejo de doenças de solo na cultura da soja.

A preservação da microbiota original em áreas novas (campos nativos, pastagens degradadas, áreas virgens, etc.) ou o fomento, através do aumento de matéria orgânica, possibilitam ao sojicultor uma maior longevidade a um menor custo.

Os resultados obtidos neste experimento, repetido para a cultura da soja por 7 anos, permitem afirmar que PDCN, mesmo em condições extremas de monocultivo, promove um desenvolvimento normal, sem a presença de doenças induzidas por fungos de solo.

A sucessão de cultivos (inverno-verão) aliada à rotação de cultivos no inverno, mostraram-se eficientes na prevenção de doenças na cultura da soja.

A rotação de cultura e o tratamento químico de sementes são os complementos importantes para a viabilização do PD.

Os resultados de produtividade apresentaram maior estabilidade nos sistemas PD e PDCN, sendo neste último crescente, possivelmente, em função da correção química do solo.

As principais doenças de solo de ocorrência na Região dos Campos Gerais foram podridão preta das raízes, podridão vermelha e podridão da raiz e da base da haste, favorecidas pelas variações climáticas e pelo monocultivo da soja em áreas de PC e PD.

Não se observaram plantas doentes na área de PDCN no período de 1995 à 2002, que pudessem ser causadas por fungos de solo.

O PDCN é a resposta do homem ao meio ambiente, no qual se prova que a agricultura poderá ser utilizada como um obstáculo no processo erosivo, onde os restos culturais depositados na superfície do solo, permitem uma maior uniformização da matéria orgânica.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRIANUAL - Anuário da agricultura brasileira. São Paulo: FNP, 2002. 535p.

ALMEIDA, A. M. R., FERREIRA, L. P., YORINORI, J. T., SILVA, J. F. V., HENNING, A. A. Doença da soja (*Glycine max* L.). In.: Kimati, H., Amorim, L., Bergamin Filho, A., Camargo, L. E. A., Rezende, J. A. M. *Manual de fitopatologia – doenças das plantas cultivadas*. São Paulo: Agronômica Ceres, v.2, 1997. p. 642-64.

ALMEIDA, A. M., SARAIVA, O. F., FARIAS, J. R. B., GAUDÊNCIO, C. A., TORRES, E. Survival of pathogens on soybean debris under no-tillage and conventional tillage systems. *Pesq.Agropec.Bras.*, v.36, n.10, 2001. p.1231-38.

ALMEIDA, F. S. Modificações na população microbiana no plantio direto. *Plantio Direto*. v.4, n.16, p.4-5, 1986.

AMADO, T. J. C. Manejo da palha, dinâmica da matéria orgânica e ciclagem de nutrientes em plantio direto. In.: 7º ENCONTRO NACIONAL DE PLANTIO DIRETO NA PALHA. Foz do Iguaçu. Resumos. Fóz do Iguaçu, Federação Brasileira de Plantio Direto na Palha, 1999. p.105-11.

ÁPERI, A. C. Reação de cultivares, variabilidade de isolados e danos causados por *Fusarium solani* f. sp. *glycines* em soja. Passo Fundo: UPF, 2000. Dissertação (Mestrado) Universidade de Passo Fundo, 2000.

BAILEY, K. L. Diseases under conservation tillage systems. *Can.J.Plant Pathol.*, v.76, n.4, 1996. p.635 (Abstract)

BAIRD, R. E. Diversity and longevity of the soybean debris mycobiota in a no-tillage system. *Plant Disease*, v.81, n.5, 1997. p.530-34.

BALOTA, E.L., HUNGRIA, M., COLOZZI FILHO, A., CAMPO, R.J., HERNANI, L.C. Biologia do solo. In.: SALTON, J.C., HERNANI, L.C., FONTES, C.Z. *Sistema plantio direto: o produtor pergunta, a Embrapa responde*. Brasília: EMBRAPA, 1998. p.91-101.

BARNETT, H. L., HUNTER, B. B. *Illustrated genera of imperfect fungi*. Saint Paul: APS Press, 4 ed., 1998. 218p.

BIANCHINI, A. Cultura da soja. In.: Almeida, F.S., Bianchini, A., Bianco, R., Biscaia, R. M., Carvalho, A.O.R., Carvalho, S. M., Colturato, L. C., Fuentes, L. R.,

- Hohmann, C. L., Igarachi, S., Laurenti, A. C., Mehta, Y. R., Mondardo, A., Muzilli, O., Nazareno, N. R. X., Peeten, H., Ruano, O., Santos, W. J., Silva, S. M. T., Vieira, L. G. E., Vieira, M. J., Yamaoka, R. S., Wiles, J. C. *Plantio direto no Estado do Paraná*. Londrina: IAPAR, 1981. p.178-82.
- BLEIHOLDER, H. *Métodos de planteamiento y valoración de ensayos de campo com pesticidas*. Limburgerhof, BASF, 2 ed., 1996. 397p.
- BOEDHRAM, K., BATCHELOR, B. *Estimation of soybean yield loss due to Rhizoctonia root rot a crop modeling approach*. Ames: Iowa State University, 2000. 3p.
- BORKERT, C. M., YORINORI, J. T., CORRÊA-FERREIRA, B. S., ALMEIDA, A. M. R., FERREIRA, L. P., SFREDO, G. J. *Seja o doutor da sua soja*. Campinas: POTAFOS, 1994. 16p.
- BRADLEY, C. A., HARTMAN, G. L., WAX, L. M., PEDERSEN, W. L. *Influence of herbicides on Rhizoctonia root and hypocotyl rot of soybean*. Urbana: Agricultural Research Service, 2001. 2p.
- BRAGAGNOLO, N. Efeito da cobertura do solo por resíduos de culturas sobre a temperatura e umidade do solo (I). *Plantio Direto*. v.4, n.18, p.4-7, 1986a.
- BRAGAGNOLO, N. Efeito da cobertura do solo por resíduos de culturas sobre a temperatura e umidade do solo (II). *Plantio Direto*. v.4, n.19, p.4-5, 1986b.

- CARDOSO, E. J. B. N. Ecologia microbiana do solo. In.: Cardoso, E. J. B. N., Tsai, S. M., Neves, M. C. P. Microbiologia do solo. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1992. p.33-39.
- CATTELAN, A. J. Plantio direto e os microorganismos de solo. In: EMBRAPA, FUNDACEP-FECOTRIGO, FUNDAÇÃO ABC. Plantio direto no Brasil. Passo Fundo: Aldeia Norte, 1993. p.111-8.
- CLARK, F. E. The concept of competition in microbial ecology. In.: Baker, K. F., Snyder, W. C. *Ecology of soil-borne plant pathogens – prelude to biological control*. Berkeley: University of California Press, 1965. p.339-47.
- COCHRAN, V. L., HORTON, K. A., COLE, C. V. An estimation of microbial death rate and limitations of C and N during wheat straw decomposition. *Soil Biol.Biochem.*, v.20, 1988. p.293-98.
- COLOZZI-FILHO, A.; ANDRADE, D. A.; BALOTA, E. L. Atividade microbiana em solos cultivados em sistema plantio direto. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v.22, n.208,p.84-91,2001.
- COLYER, P. D. *Soybean disease atlas – Southern soybean disease workers*. Louisiana: Louisiana State University, 2 ed., 2002. 32p.

- COSTAMILAN, L. M. Doença de plantas e alternativas de controle em plantio direto. In.: 7^o ENCONTRO NACIONAL DE PLANTIO DIRETO NA PALHA. Foz do Iguaçu. Resumos. Fóz do Iguaçu, F. Brasileira de Plantio Direto na Palha, 1999. p.103-4.
- 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.24, n.2, 1999. p.175-77.
- CURY, B. O tremoço e suas principais características. *Plantio Direto*. v.2, n.12, p.5, 1985.
- DALAL, R. C., HENDERSON, P. A., GLASBY, J. M. Organic matter and microbial biomass in vertisol after 20 yr of zero tillage. *Soil Biol.Biochem.*, v.23, 1991. p.435-41.
- DERPSCH, R. Rotação de culturas: plantio direto e convencional. Londrina: IAPAR, 1984. 10p.
- DIJKSTRA, F. Porque utilizo o plantio direto. São Paulo: BASF, 1983.
- DORRANCE, A. E., LIPPS, P. E. *Sudden death syndrome of soybean*. Columbus: Ohio State University, 1998. 2p.
- DORRANCE, A. E., MILLS, D. R. *Charcoal rot of soybeans*. Columbus: Ohio State University, 2001. 1p.
- ELLIS, M. B., ELLIS, J. P. *Microfungi on land plants – an identification handbook*. Slough: Richmond Publishing, 1997. 868p.

EMBRAPA SOJA. Recomendações técnicas para a cultura da soja na região central do Brasil - 2000/2001. Londrina: Embrapa Soja / Fundação MT, 2000. 245p. (Embrapa Soja. Documentos, 146).

EMBRAPA SOJA. Tecnologias de produção de soja – região central do Brasil - 2001/2002. Londrina: Embrapa Soja, 2001. 267p. (Embrapa Soja. Documentos, 167)

FERNANDES, J. M. C. As doenças de plantas e o sistema plantio direto. In.: DA LUZ, W. C., FERNANDES, J. M. C., PRESTES, A. M., PICININI, E. C. *RAPP*: revisão anual de patologia de plantas. Passo Fundo: Gráfica e Editora Pe. Berthier, v. 5, 1997. p. 317-352.

FERNANDES, J. M. C. Doenças associadas ao sistema plantio direto: casos de estudo. In.: I SEMINÁRIO INTERNACIONAL DO SISTEMA PLANTIO DIRETO. Passo Fundo. 1995. p.29-33.

FLOR, H. H. Inheritance of pathogenicity in Melampsora lini. *Phytophatol.*, v.32, 1942. p.653-59.

FUNDAÇÃO ABC. *Plantio direto na palha*: tecnologia de aplicação e uso de Scorpion no sistema. Fundação ABC & Dow Elanco, São Paulo, 1996. 43p.

GARRET, S. D. *Soil fungi and soil fertility* – na introduction to soil mycology. Oxford: Pergamon Press, 1981. 150p.

GASSEN, D. & GASSEN, F. *Plantio direto o caminho do futuro*. Passo Fundo: Aldeia Sul, 1997. 207p.

GOTTSCHAL, J. C. Phenotypic response to environmental changes. *FEMS Microbiol.Ecol.*, v.74, 1990. p.93-102.

GOULART, A. C. P. *Fungos em sementes de soja: detecção e importância*. Dourados: EMBRAPA – CPAO, 1997. 580.

GOULART, A.C.P.; PAIVA, F.A.; REIS, E.M.; METHA, Y.R.; YORINORI, J.T.; HENNING, A.A.; FERNANDES, J.M.C. Manejo de doenças. In.: SALTON, J.C.; HERNANI, L.C.; FONTES, C.Z. *Sistema plantio direto: o produtor pergunta, a Embrapa responde*. Brasília: EMBRAPA, 1998. p.207-15.

GRAU, C. R., GASKA, J. M. *Importance of fungicide seed treatments for soybeans*. Madison: University of Wisconsin, 2000. 5p.

HARTMAN, G. L., SINCLAIR, J. B., RUPE, J. C. (Eds.). *Compendium of soybean diseases*. 4th ed. Saint Paul: The American Phytopathological Society. 1999. 100p.

HAWKSWORTH, D. L., KIRK, P. M., SUTTON, B. C., PEGLER, D. N. *Ainsworth & Bisby's Dictionary of the fungi*. New York: CAB International, 1995. 616p.

HENNING, A. A. *Patologia de sementes*. Londrina: EMBRAPA – CNPSoja, 1997. 44p.

- HERSHMAN, D. E. *Kentucky plant disease management guide for soybeans*. Lexington: University of Kentucky – Coop. Ext. Serv., 1997. 8p.
- HOLLIDAY, P. *Fungus diseases of tropical crops*. New York: Dover Publications, 1980. 607p.
- HUNGRIA, M.; CAMPO, R.J.; VARGAS, M.A.T.; CATTELAN, A.J.; MENDES, I.C. Microbiologia do solo e produtividade da soja. In.: **Anais... CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA**, Londrina. Resumos, EMBRAPA, 1999. p.126-37.
- KLERK, R. A., BEATY, J. D., ASHLOCK, L. O., BROWN, C. D., WINDHAM, T. E. No-till production in the Arkansas soybean research verification program. In.: **Anais... 21ST ANNUAL SOUTHERN CONSERVATION TILLAGE CONFERENCE FOR SUSTAINABLE AGRICULTURE**, Fayetteville. Arkansas Agricultural Experiment Station, 1998. p.59-61.
- KNAPP, E. B., ELLIOTT, L. F., CAMPBELL, G. S. Microbial respiration and growth during the decomposition of wheat straw. *Soil Biol.Biochem.*, v.15, 1983. p.319-23.
- KOENNING, S. R. *Identification and management of mid-to-late season soybean stem and root rots*. Raleigh: North Caroline State University, 2000. 4p.
- KRUGNER, T. L., BACCHI, L. M. A. Fungos. In.: Bergamin Filho, A., Kimati, H., Amorim, L. *Manual de fitopatologia – princípios e conceitos*. São Paulo: Agronômica Ceres, v.1, 1995. p.46-96.

- KUCHAREK, T. *Disease management in soybean*. Gainesville: University of Florida – Coop. Ext. Serv., 1997. 8p.
- KULL, L. Charcoal rot. <http://www.soydiseases.uiuc.edu/diseases/cr/index.html>. consultado em 21/04/2002.
- LAMARCA, C.C. *Rastrojos sobre el cultivo – una introducción a la cero labranza*. Santiago: Editorial Universitaria, 1992. 301p.
- LORENZI, H. *Plantas daninhas do Brasil: terrestres, aquáticas, parasitas e tóxicas*. Nova Odessa: Instituto Plantarum, e ed., 2000. 608p.
- MAACK, R. Classificação do clima do Estado do Paraná. In.: Livraria José Olímpio Editora S.A., *Geografia física do Estado do Paraná*, 2 ed., Rio de Janeiro, 1981. p.175-89.
- MAROTE, C. G. B., VIDOR, C., MENDES, N. G. Alterações na temperatura do solo pela cobertura morta e irrigação. *Rev.Bras.Ci.Solo*, v.14, 1990. p.81-4.
- MEINICKE, A. *Plantio direto sob palha*. Ponta Grossa: Universidade Estadual de Ponta Grossa, 1999. 764p. (Apostila de aula)
- MELO, I. S. Agentes microbianos de controle de fungos fitopatogênicos. In.: MELO, I. S. & AZEVEDO, J. L. *Controle biológico*. Brasília: EMBRAPA, 1998. p. 17-67.
- NAITO, S., MOHAMAD, D., NASUTION, A., PURWANTI, H. Soil-borne diseases and ecology of pathogens on soybean roots in Indonesia. *JARQ*, v. 26, p.147-53, 1993.

NASSER, L. C. B.; CAFÉ FILHO, A. C. & NAPOLEÃO, R. L. Manejo de doenças da soja e do feijoeiro irrigado e sua influência na integração lavoura-pecuária em sistemas de produção do cerrado. In.: Cabezas, W. A. R. L. & Freitas, P. L. F. *Plantio direto na integração lavoura-pecuária*. Uberlândia: Universidade Federal de Uberlândia, 2000. p.145-59.

NAZARENO, N. R. X. Ocorrência e manejo de doenças no sistema de plantio direto. In.: Peixoto, R. T. G.; Ahrens, D. C.; Samaha, M. J. *Plantio direto – o caminho para uma agricultura sustentável*. Ponta Grossa: IAPAR, 1996. p.245-51.

NORDGREN, A. A method for determining microbially available N and P in an organic soil. *Biol.Fertil.Soils*, v.13, 1992. p.195-99.

PANIZZI, R. C., FERNANDES, N. G. Doenças do sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). In.: Kimati, H., Amorim, L., Bergamin Filho, A., Camargo, L. E. A., Rezende, J. A. M. *Manual de fitopatologia – doenças das plantas cultivadas*. São Paulo: Agronômica Ceres, v.2, 1997. p. 676-89.

PARK, D. Survival os microorganisms in soil. In.: BAKER, K. F. & SNYDER, W. C. *Ecology of soil-borne plant pathogens – prelude to biological control*. Berkeley: University of California Press, 1965. p.82-98.

PAVAN, M. A. Fertilidade do solo em plantio direto. *Plantio Direto*, v.3, n.11, p.5, 1985.

- PEDERSEN, W. *Interaction of Rhizoctonia root rot and post-emerge herbicides*. Urbana: University of Illinois, 2000. 3p.
- PEDERSEN, W., GRAU, C. *The yields project – a reference guide for maximizing yield*. Urbana: SRDC, 2000. 6p.
- PÖTTKER, D. *Aplicação de fósforo no sistema plantio direto*. Passo Fundo: EMBRAPA Trigo, 1999. 32p.
- PRATT, P. W. *Common soybean diseases in Oklahoma – Part I: seedling, root, and nematode diseases*. Stillwater: Oklahoma State University, 1990. 4p.
- REGO, P.G. *Plantio direto – economia e gerência no manejo dos solos*. Castro: Kugler, 1997. 108p.
- REIS, E. M. Interações entre doenças e o plantio direto. In.: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE PLANTIO DIRETO EM SISTEMAS SUSTENTÁVEIS, 1993, Castro. Anais... Castro, Fundação ABC para Assistência e Divulgação Técnica Agropecuária, 1993. p.152-56.
- REIS, E. M.; SANTOS, H. P.; LHAMBY, J. C. B.; BLUM, M. C. Effect of soil management and crop rotation on the control of leaf blotches of wheat in southern Brazil. In.: I CONGRESSO INTERAMERICANO DE SIEMBRA DIRECTA – II JORNADAS BINACIONALES DE CERO LABRANZA, 1992, Córdoba. **Anais...** Córdoba: Asociación Argentina Productores en Siembra Directa, 1992. p.217-36.

- REIS, E.M. Interações entre doenças e o plantio direto. In.: PAULETTI, V. & SEGANFREDO, R. *Plantio direto - atualização tecnológica*. São Paulo: Fundação Cargill, 1999. p.135-41.
- REIS, E.M. Manejo de doenças do sistema de plantio direto. In.:IV ENCONTRO NACIONAL DE PLANTIO DIRETO NA PALHA, 1994. Cruz Alta. **Anais...** Cruz Alta: Federação Brasileira de Plantio Direto na Palha, 1994. p.245-55.
- ROTHROCK, C. S., PHILLIPS, D. V., HOBBS, T. W. Effects of cultivar, tillage, and cropping system on infection os soybean by Diaporthe phaseolorum var. caulivora and southern stem canker symptom development. *Phytopathology*, v.78, 1988. p.266-70.
- RUEDELL, J. *Plantio direto na região de Cruz Alta*. Cruz Alta: FUNDACEP, 1995. 134p.
- SÁ, J.C.M. *Manejo da fertilidade do solo no plantio direto*. Castro: Fundação ABC, 1993. 96p.
- SÁ, M. F. M. Caracterização do meio físico da Região dos Campos Gerais do Paraná. *Plantio Direto*, ed.especial, 1996. p.4-8.
- SANOGO, S., YANG, X. B. *Integration of herbicide-tolerant soybeans ant tillage systems for the control of soybean root rot diseases*. Raleigh: North Caroline State University, 1999. 2p.

SARRIÉS, G. A. & COUTO, M. T. *Sistema de apoio à utilização de técnicas quantitativas na pesquisa – I*. Piracicaba, Ciagri/USP, 1988. 778p.

SATURNINO, H. M. & LANDERS, J. N. *O meio ambiente e o plantio direto*. Brasília: EMBRAPA-SPI, 1997. 116p.

SCHULTZ, L. A. *Manual do plantio direto: técnicas e perspectivas*. Porto Alegre: Sagra. 2 ed., 1987. 124p.

SCOTT, D. H.; JARDINE, D. J.; McMULLEN, M. P. & PALM, E. W. Disease management. In.: REEDER, R. C.; DICKEY, E. C.; GRIFFITH, D. P.; MARTIN, A. R.; MONCRIEF, J. R.; PFOST, D. L.; RICKERL, D. H.; SCHULER, R. T.; SCHULTE, E. E.; SCOTT, D. H.; SHELTON, D. P.; SIEMENS, J. C.; STEFFEY, K. L. & TAYLOR, R. K. *Conservation tillage systems and management – crop residue management with no-till, ridge-till, mulch-till*. Ames: Midwest Plan Service - MWPS, 1992. p.75-82.

SEAB. *Acompanhamento da situação agropecuária do Paraná*. Curitiba, v. 23, n 3, 1997. 75p.

SHANER, G., ABNEY, T. S., SCOTT, D. *Charcoal rot of soybeans*. West Lafayette: Purdue University, 1999. 2p.

SIDIRAS, N., PAVAN, M. A. Influência do sistema de manejo do solo no seu nível de fertilidade. *Rev.Bras.Ci.Solo*, v.9, 1985. p.249-54.

- SILVA, O.C. O plantio direto e as doenças da cultura da soja. In.: PAULETTI, V. & SEGANFREDO, R. *Plantio direto - atualização tecnológica*. São Paulo: Fundação Cargill, 1999. p.143-49.
- SINCLAIR, J. B., BACKMAN, P. A. (Eds.). *Compendium of soybean diseases*. 3rd ed. Saint Paul: The American Phytopathological Society, 1999. 106p.
- SIVIERO, A. *Herança da resistência da soja a Diaporthe phaseolorum f. sp. meridionalis*. Piracicaba: ESALQ, 1992. 46p. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiróz, Universidade de São Paulo, 1992.
- STALPERS, J. A., ANDERSEN, T. F. A synopsis of the taxonomy of teleomorphs connected with *Rhizoctonia* s.l. In: SNEH, B., JABAJI-HARE, S., NEATE, S., DIJST, G. (Eds.). *Rhizoctonia species: taxonomy, molecular biology, ecology, pathology and disease control*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1996. p.49-63.
- STINNER, B. R., HOUSE, G. H. Arthropods and other invertebrates in conservation-tillage agriculture. *Ann. Rev. Entomol.* V. 35, 1990. p.299-318.
- SWEETS, L. E. *Update on soybean stem and root diseases – more causes of yellow beans*. Columbia: University of Missouri, 2001. 2p.
- SWEETS, L. E., WIEBOLD, W. J. *Evaluation of seed treatment fungicides on no tillage soybean with different germination rates at novelty, MO, 1999*. Columbia: University of Missouri, 1999. 1p.

- SWEETS, L. E., WRATHER, A. *Integrated pest management – soybean diseases*.
Columbia: University of Missouri, 2000. 26p.
- VASCONCELLOS, C. A. & PACHECO, E. B. Adubação verde e rotação de culturas.
Plantio Direto. v.5, n.23, p.4-5, 1987.
- VENANCIO, W. S. Efeito da solarização e do tratamento com brometo de metila sobre a população de fungos do solo. Botucatu: FCA, 1993. 119p. Dissertação (Mestrado) Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista.
- VERNETTI, F. J. *Soja: planta, clima, pragas moléstias e invasoras*. Campinas: Fundação Cargill, v. 1, 1983. 463p.
- VIDAL, R. A. & GERAGE, A. C. Rotação de culturas como método de controle de invasoras. *Plantio Direto*. v.2, n.12, p.4, 1985.
- VOSS, M. A importância da minhoca no plantio direto. *Plantio Direto*. v.4, n.16, p.6-7, 1985.
- WARCUP, J. H. Growth and reproduction of soil microorganisms in relation to substrate. In.: Baker, K. F., Snyder, W. C., Baker, R. R., Menzies, J. D., Clark, F. E., Miller, L. I., Dimock, A. W., Patrick, Z. A., Kreutzer, W. A., Rubo, M. *Ecology of soil-borne plant pathogens: prelude to biological control*. Berkeley: University of California Press, 1965. p. 52-68.

- WARDLE, D. A. & HUNGRIA, M. A biomassa microbiana do solo e sua importância nos ecossistemas terrestres. In.: ARAUJO, R. S. & HUNGRIA, M. *Microorganismos de importância agrícola*. Brasília: EMBRAPA, 1994. p.195-216.
- WARDLE, D. A. Impact of disturbances on detritus food-webs in agro-ecosystems of contrasting tillage and weed management practices. *Adv.Ecol.Res.*, v.26, 1994.
- WILCOX, J.R. *Soybeans: Improvement, Production and Uses*. Madison: Agronomy, 1987. 888p.
- WINBERG, R. M. *Charcoal rot of soybean – diagnosis and control*. 1996. 5p. <http://www.planthpath.wisc.edu/pp300/crs/crs.html>. – consultado em 20/04/2002.
- WRATHER, J. A., ANDERSON, T. R., ARSYAD, D. M., TAN, Y., PLOPER, L. D., PORTA-PUGLIA, A., RAM, H. H., YORINORI, J. T. Soybean disease loss estimates for the top ten soybean-producing countries in 1998. *Can.J. Plant Pathol.*, v.23, 2001. p.115-21.
- WRATHER, J. A., KENDIG, S. R. Tillage effects on Macrophomina phaseolina population density and soybean yield. *Plant Disease*, v.82, n.2, 1998. p.247-50.
- WRATHER, J. A., SWEETS, L. E. *Soybean disease management*. Columbia: University of Missouri, 1998. 8p.

YANG, X. B. Impact of conservation tillage on and relation of soil dynamics to the occurrence of crop diseases. In.: PROCEEDINGS OF THE WORKSHOP ON SUSTAINABLE TILLAGE SYSTEMS, 1998, Auburn. *Anais...* Auburn: USDA-ARS National Soil Dynamics Laboratory, 1998.p.144-54

YANG, X. B. *Soybean root rot diseases ar here*. Ames: Iowa State University, 1996. 2p

YANG, X. B., UPHOFF, M. *Soybean root rot*. Ames: Iowa State University, 1999. 1p.

YORINORI, J.T. Estratégias de controle das doenças da soja. *Correio Agrícola*, n.2, p.8-12, 1998.

YORINORI, J.T., CHARCHAR, M.J.D'A., NASSER, L.C.B., HENNING, A.A. Doenças da soja e seu controle. In: ARANTES, N.E., SOUZA, P.I.M. (Eds.). *Cultura da soja nos cerrados*. Piracicaba: POTAFOS, 1993. p.333-397.

ZAMBOLIM, L.; CASA, R. T.; REIS, E. M. Manejo integrado de doenças em plantio direto. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, v.22, n.208, p.73-83, 2001.

ZAMBOLIM, L.; REIS, E. M. & CASA, R. T. Doenças de plantas no sistema plantio direto. In: ZAMBOLIM, L. *Manejo integrado fitossanidade; cultivo protegido, pivô central e plantio direto*. Viçosa, 2001. p.257-312.