

UNIOESTE
UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ
CAMPUS DE MARECHAL CÂNDIDO RONDON
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA
NÍVEL MESTRADO

REGINA ALVES PEREIRA

**INFLUÊNCIA DA COMPACTAÇÃO DO SOLO SOBRE A INCIDÊNCIA
DE *RHIZOCTONIA SOLANI* KÜHN EM DOIS CULTIVARES DE SOJA
[*Glycine max* (L.) Merrill]**

MARECHAL CÂNDIDO RONDON
SETEMBRO / 2006

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

REGINA ALVES PEREIRA

**INFLUÊNCIA DA COMPACTAÇÃO DO SOLO SOBRE A
INCIDÊNCIA DE *RHIZOCTONIA SOLANI* KÜHN EM DOIS
CULTIVARES DE SOJA [*Glycine max* (L.) Merrill]**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual do Oeste do Paraná, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia – Nível Mestrado, para obtenção do título de Mestre.

ORIENTADORA: PROF^a. DR^a. NEYDE
FABÍOLA BALAREZO GIAROLA

MARECHAL CÂNDIDO RONDON
SETEMBRO/ 2006

Ciência é aquilo sobre o qual cabe sempre discussão

José Ortega y Gasset

DEDICO

À minha família Maurício, Mariana e Felipe, pelo amor e incentivo,

À minha mãe, Maria do Carmo,

Ao meu pai, Manoel, *in memoriam*,

Ao meu sogro, José,

AGRADECIMENTOS

À Professora Dr^a. Neyde Fabíola Balarezo Giarola pela orientação, compreensão e valiosas contribuições;

Ao meu co-orientador Professor Dr. José Renato Stangarlin pela sugestão do tema, paciência e generosidade;

Ao Professor Dr. Eurídes Kuster Junior pelo auxílio na análise estatística;

Aos professores da UNIOESTE do programa de Pós-Graduação em Agronomia;

Ao curso de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Estadual do Oeste do Paraná pela oportunidade;

À querida amiga Mary Mieko Suguiy pela amizade, generosidade e apoio;

À Cooperativa Agrícola Mista Vale do Piquiri, COOPERVALE, através do Engenheiro Agrônomo Enoir Cristiano Pellizzaro e do biólogo Sérgio Luiz Marchi pela concessão de materiais, equipamentos e a área experimental;

Ao Professor Dr. Cássio Antonio Tormena e ao laboratorista Reinaldo Bernardo, Departamento de Agronomia, da Universidade Estadual de Maringá, pela valiosa contribuição nas análises de solo;

À secretária do Programa de Pós-Graduação Noili Batschke, pela atenção sempre presente;

Aos colaboradores na implantação do experimento e coleta de dados: Eliseu, Gaúcho e Fernando Furlan;

Em especial ao companheiro de trabalhos Silvano Fontaniva, pela grande ajuda e colaboração;

Aos amigos Eliziane, Éder, Everton, Michelle, Rodolfo, Laércio e Jorge pelos momentos de amizade e alegria que compartilhamos;

E, sobretudo a DEUS.

RESUMO

O fungo *Rhizoctonia solani* pode afetar plantas de soja (*Glycine max*), causando necrose de sementes e tombamento de plantas. O presente trabalho teve o objetivo de avaliar o efeito da compactação do solo sobre a incidência de *R. solani*, bem como o desenvolvimento de plantas de soja em solo infestado artificialmente. O experimento foi conduzido na área experimental da COOPERVALE – Cooperativa Agrícola Mista Vale do Piquiri, em Palotina - PR, Brasil. O delineamento experimental foi de blocos casualizados com duas repetições e análise conjunta, envolvendo duas densidades de solo (1,37 e 1,45 Mg m⁻³) e dois cultivares de soja (Coodetec 201 e Coodetec 202), em Latossolo Vermelho, sob sistema plantio direto. A soja foi semeada em novembro de 2004. A interação observada entre cultivares e níveis de densidade do solo não foi significativa a 5% para a incidência do patógeno e em quase todas as características analisadas (emergência, índice de velocidade de emergência, damping-off, altura de inserção da primeira vagem, altura da planta, peso da parte aérea e peso de cem sementes), exceto para produtividade final e índice de velocidade de emergência, onde foi verificada a interação entre os fatores. Em geral o cultivar CD 201 apresentou melhor desenvolvimento quando comparado ao cultivar CD 202 para as condições deste experimento.

Palavras-chaves: densidade de solo, manejo de solo, tombamento, cultivares.

ABSTRACT

The fungus *Rhizoctonia solani* can affect the plants of soybean (*Glycine max*), causing necrosis of seeds and damping off. The present work had the objective to evaluate the compaction effect on incidence of *R. solani*, as well as, the development of soybean plants, in artificially infested soil. The experiment was developed in the experimental area of the COOPERVALE – Cooperativa Agrícola Mista Vale do Piquiri, in Palotina - PR, Brazil. The experimental design was randomized blocks with two replications and joint analysis involving two levels of soil density (1,37 and 1,45 Mg m⁻³) and two cultivars of soybean (Coodetec 201 and Coodetec 202), in an Eutrophic Oxisol, under no-tillage system. Soybean was sown in November 2004. The interaction observed in cultivars and levels of soil density was not significant at 5% to incidence of pathogen and in almost characteristics analyzed (emergence, emergence speed index, damping-off diseases, speed index, first string bean insertion height, plant height, shoot dry weight and weight of one hundred seeds, except final productivity and emergence speed index that it was verified the interaction between those factors. In general, the CD 201 cultivars showed better development when compared to CD 202 cultivars under those experimental conditions.

Keywords: soil bulk density, soil tillage, damping-off, cultivars

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1. Iscas de hastes de trigo, em gerbox, utilizadas para detecção da presença do fungo *Rhizoctonia solani* no solo da área experimental31
- Figura 2. Sementes de arroz, antes da autoclavagem 32
- Figura 3. Infestação das linhas centrais (área útil) das parcelas com *R.solani*..... 33
- Figura 4. Marcação de plântulas emergidas, para quantificação do índice de velocidade de emergência (IVE) e da emergência, ao longo de 6,0 m² das parcelas..... 36
- Figura 5. Plântula tombada com sintomas de rizoctoniose. 37

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Atributos químicos da camada 0-0,10 m do Latossolo Vermelho eutroférico utilizado nos experimentos.....	29
Tabela 2. Especificações técnicas do trator	30
Tabela 3. Características dos cultivares de soja utilizados no experimento.....	34
Tabela 4. Densidade, Porosidade Total, Macroporosidade e Microporosidade do solo em plantio direto (SPD) contínuo sem compactação adicional (C0) e com compactação adicional (C1)	40
Tabela 5. Valores dos quadrados médios de densidade do solo, porosidade total, macroporosidade e microporosidade em dois níveis de densidade de solo.....	41
Tabela 6. Resumo da análise de variância das características índice de velocidade de emergência e emergência de plântulas, avaliadas nos dois locais do experimento.....	43
Tabela 7. Comparação de médias para o índice de velocidade de emergência (IVE) de dois cultivares de soja, sob dois níveis de densidade de solo pelo teste Tukey a 5%.....	44
Tabela 8. Comparação de médias para emergência (Emerg.) de dois cultivares de soja, sob dois níveis de densidade de solo, pelo teste de Tukey a 5%.....	44

Tabela 9. Valores estatísticos descritivos para índice de velocidade de emergência (IVE) em dias e emergência em números absolutos, de dois cultivares de soja, sob duas densidades de solo.....	46
Tabela 10. Resumo da análise de variância para a incidência de morte em pré-emergência e em pós-emergência, avaliadas nos dois locais do experimento, no período de 7 a 15 dias após a semeadura de soja ...	47
Tabela 11. Comparação de médias de mortes em pré e pós-emergência das plântulas de dois cultivares de soja, sob dois níveis de densidade de solo, pelo teste Tukey a 5%.....	47
Tabela 12. Valores estatísticos descritivos para morte em pré-emergência e pós-emergência de dois cultivares de soja, sob duas densidades de solo ..	49
Tabela 13. Valores percentuais de mortes em pré e pós-emergência de dois cultivares de soja, em dois experimentos	50
Tabela 14. Valores numéricos de mortes ocorridas em pré-emergência em dois cultivares de soja, sob duas densidades de solo	52
Tabela 15. Dados referentes à influência dos fatores densidade de solo e estande na redução da produtividade do cultivar CD 201 na área compactada.....	53
Tabela 16. Resumo da análise de variância das características altura das plantas e altura de inserção da primeira vagem, de dois cultivares de soja, sob duas densidades de solo.....	54
Tabela 17. Valores estatísticos descritivos das características altura das plantas e altura de inserção da primeira vagem de dois cultivares de soja, sob dois níveis de densidade de solo	54

Tabela 18. Resumo da análise de variância para as características de umidade e peso da massa seca da parte aérea das plantas de dois cultivares de soja, sob dois níveis de densidade de solo	56
Tabela 19. Peso médio da matéria seca da parte aérea (g) de dois cultivares de soja, em função de dois níveis de densidade de solo	56
Tabela 20. Valores estatísticos descritivos para umidade (%) e para peso da massa seca da parte aérea (g)	57
Tabela 21. Resumo da análise de variância das características peso de 100 grãos (g) e produtividade final dos cultivares de soja, sob dois níveis de densidade de solo	59
Tabela 22. Resultados do desdobramento da interação entre experimento e cultivar, na produtividade final de soja (Kg ha^{-1}), em dois níveis de densidade de solo	59
Tabela 23. Comparação de médias para a produtividade (Kg ha^{-1}) de dois cultivares de soja, sob dois níveis de densidade de solo, pelo teste Tukey a 5%.....	60
Tabela 24. Comparação de médias para o peso de 100 grãos (g) de dois cultivares de soja, sob dois níveis de densidade de solo	62
Tabela 25. Valores estatísticos descritivos do peso de 100 grãos (g) e de produtividade (Kg ha^{-1}) de dois cultivares de soja, sob duas densidades de solo.....	62

ANEXO

Anexo 1. Resumo da análise de variância das características das plantas de soja, avaliadas em dois experimentos (C0 e C1) com diferentes densidades de solo.....	85
--	----

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	15
2.1 IMPORTÂNCIA DA CULTURA DA SOJA	15
2.2 DOENÇAS DA CULTURA DA SOJA	16
2.2.1 Rizoctoniose na Cultura da Soja	17
2.2.1.1 Etiologia	17
2.2.1.2 Ocorrência	19
2.2.1.3 Epidemiologia e Sintomatologia	19
2.3. AS DOENÇAS DAS PLANTAS E A COMPACTAÇÃO DO SOLO	21
2.4 SISTEMAS DE MANEJO E INCIDÊNCIA DE DOENÇAS.....	23
3 MATERIAL E MÉTODOS	28
3.1 LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA EXPERIMENTAL.....	28
3.2 SOLO SELECIONADO.....	28
3.3 ESQUEMA EXPERIMENTAL, TRATAMENTOS E DELINEAMENTO ESTATÍSTICO	29
3.4 CARACTERIZAÇÃO BIOLÓGICA DAS PARCELAS EXPERIMENTAIS	30
3.5 OBTENÇÃO DOS ISOLADOS DE <i>RHIZOCTONIA SOLANI</i> , PRODUÇÃO DO INÓCULO E INFESTAÇÃO DAS PARCELAS	31
3.6 IMPLANTAÇÃO DO EXPERIMENTO	33
3.7 PARÂMETROS AVALIADOS	34
3.7.1 Atributos Físicos do Solo	34
3.7.2 Índice de Velocidade de Emergência e Emergência de Plântulas.....	35
3.7.3 Morte em Pré-Emergência e Tombamento (Morte em Pós-Emergência).....	36
3.7.4 Altura das Plantas e Altura de Inserção da Primeira Vagem.....	37
3.7.5 Umidade e Peso da Massa Seca da Parte Aérea	37

3.7.6 Peso de 100 Grãos e Produtividade.....	38
3.8 ANÁLISE ESTATÍSTICA	38
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	39
4.1 ATRIBUTOS FÍSICOS DO SOLO APÓS COMPACTAÇÃO ADICIONAL	39
4.2 ÍNDICE DE VELOCIDADE DE EMERGÊNCIA E EMERGÊNCIA.....	42
4.3 MORTE EM PRÉ-EMERGÊNCIA E TOMBAMENTO DE PLÂNTULA (“DAMPING-OFF”)	46
4.4 ALTURA DAS PLANTAS E ALTURA DE INSERÇÃO DA PRIMEIRA VAGEM ..	53
4.5 UMIDADE E PESO DA MASSA SECA DA PARTE AÉREA	55
4.6 PESO DE 100 GRÃOS E PRODUTIVIDADE.....	58
5 CONCLUSÕES	64
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	65

INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max* (L) Merrill) ocupa, atualmente, posição de destaque na economia de muitos países, gerando riquezas e abrindo fronteiras. Para o Brasil, a soja é uma leguminosa de grande valor econômico, sendo utilizada como matéria-prima para a indústria e como produto de exportação, justificando, plenamente estudos que visem o aumento de produtividade e redução de custos de produção (SILVA *et al.*, 2004b).

A produção de soja, no Brasil, passou de 20 milhões de toneladas, em 1990, para cerca de 51 milhões, na safra 2003 (MAPA, 2005). Esse incremento se deveu, em grande parte, ao desenvolvimento de novas variedades adaptadas às condições de clima mais quente, como no caso das regiões de domínio do Cerrado. No entanto, a rápida expansão da cultura, associada à falta de condições fitossanitárias, permitiu que muitos patógenos fossem disseminados pelas regiões produtoras, provocando injúrias à cultura, que se refletiram na economia do setor agrícola.

Cerca de 50 doenças causadas por bactérias, fungos, vírus e nematóides já foram identificados no Brasil (ALMEIDA *et al.*, 1997). Entre essas doenças, o tombamento (“damping-off”) em pré e pós-emergência, causado por *Rhizoctonia solani* Kuhn, têm provocado danos consideráveis, devido à necessidade de replantio, redução no estande e no vigor das plantas. Na região Oeste do Paraná, o aumento da incidência de podridões radiculares causadas por *Rhizoctonia solani*, tem sido observado em solos conduzidos sob sistema de semeadura direta, principalmente nas laterais dos sulcos de plantio e nos locais de maior tráfego dos implementos agrícolas. Os solos muito argilosos daquela região apresentam grande capacidade retenção de água e, quando submetidos a tráfego intenso de máquinas agrícolas, com ausência de mobilização, sofrem, freqüentemente, o processo de compactação superficial. Solos compactados favorecem o desenvolvimento de doenças radiculares, como podridão vermelha da raiz, podridão da raiz e da haste e podridão

cinza da raiz, em soja, e podridões por *Fusarium*, em feijão e tombamento de plantas por *Rhizoctonia solani* (COSTAMILAN, 1999).

Face à importância econômica da cultura da soja, à persistência e aumento gradativo da incidência de doenças e prejuízos causados por *Rhizoctonia solani* na região supracitada, faz-se necessário o aprofundamento do estudo sobre a relação entre compactação do solo e a manifestação de doenças provocadas por esse patógeno. Sendo assim, formulou-se a hipótese de que, em solos muito argilosos da região Oeste do Paraná, submetidos à semeadura direta, a maior incidência da *Rhizoctonia solani* está associada ao processo de compactação do solo.

A presente pesquisa teve o objetivo de avaliar, em dois cultivares de soja, a influência da compactação adicional em Latossolo Vermelho Eutroférrico situado no município de Palotina (PR), sobre a incidência de *Rhizoctonia solani*, por meio de parâmetros que descrevem o desenvolvimento de plantas. Os resultados obtidos poderão orientar na seleção de variedades e práticas de manejo da cultura que controlem os prejuízos provocados pela *Rhizoctonia solani* e favoreçam o desenvolvimento e a produção da soja em solos muito argilosos sob semeadura direta.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 IMPORTÂNCIA DA CULTURA DA SOJA

A soja começou a ser utilizada como alimento na Ásia, há três milênios. No início do século XX passou a ser cultivada nos Estados Unidos da América e foi introduzida no Brasil com os primeiros imigrantes japoneses, em 1908. Sua expansão nesse país começou nos anos 70 do século XX (ALVES et al., 2003).

Atualmente a soja é a mais importante oleaginosa cultivada no mundo, com uma produção de 189.120 milhões de toneladas (BALARDIM et al., 2005), pois se constitui na mais importante fonte de proteína vegetal de baixo custo (componente importante na alimentação animal e com importância crescente na dieta humana), além de ser a mais importante fonte primária de óleo (BALARDIM, 2004). Para o Brasil, essa leguminosa tem grande valor econômico, pois além de ser utilizada como matéria-prima para a indústria, é um produto de exportação, justificando, plenamente, estudos que visem o aumento de produtividade e redução de custos (SILVA et al., 2004b).

O Brasil é o segundo maior produtor mundial de soja e ocupa a segunda posição entre os maiores exportadores de soja, farelo de soja e óleo de soja. A participação do país na exportação mundial de soja em grãos variou de 11% em 1996 para 32% em 2005 (PADOAN, 2006), sendo as regiões Sul e Centro-Oeste as maiores produtoras. A safra nacional relativa ao ano agrícola 2004/2005 foi de 51.452 milhões de toneladas, com produtividade média de 2.208 kg ha⁻¹ e área total de 23.301,1 milhões de hectares. Desse total, a região Sul produziu 12.793 milhões de toneladas, em uma área de 8.588,5 milhões de hectares, com produtividade de 1.490 kg ha⁻¹ (CONAB, 2006) e, no Paraná, a produção referente ao ano agrícola 2005/2006 foi de 9.289.198 toneladas em uma área total de 3.885.507 ha (SEAB, 2006).

2.2 DOENÇAS DA CULTURA DA SOJA

Vários fatores afetam a produtividade da soja ao longo do seu ciclo, mas as doenças têm um papel de destaque. Diversas estimativas apontam para perdas anuais de rendimento da lavoura superiores a um milhão de dólares em função de doenças (BALARDIM et al., 2005), que limitam a obtenção de altos rendimentos e cujo número continua aumentando com a expansão da soja para novas áreas e como conseqüência da monocultura (EMBRAPA, 2004b). As doenças limitam a obtenção de incrementos na produtividade brasileira, que poderia ser superior a 3.200 kg ha⁻¹, se as mesmas fossem manejadas corretamente (ALMEIDA, 2001).

A grande expansão da 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, aproximadamente 35 são de importância econômica (HARTMAN et al., 1999). No Brasil, antes da década de 90, as doenças da soja se apresentavam em pequeno número e ocorriam de forma restrita, isoladas em algumas localidades. A partir desta década, as doenças começaram a provocar danos significativos e assumiram papel importante na definição da produtividade da cultura, causando perdas anuais estimadas em cerca de 20%. Algumas doenças, no entanto, ocasionavam perdas de quase 100% (EMBRAPA, 2004b).

Entre as doenças de expressão econômica pode ser destacada a podridão vermelha da raiz ou síndrome da morte súbita em soja (*Fusarium solani* f.sp. *glycines*); o tombamento e a morte em reboleira (*R. solani*); a podridão da haste da soja (*Phialophora gregata*), podridão da raiz e da haste da soja (*Phytophthora sojae*); o nematóide do cisto (*Heterodera glycines*); nematóide das galhas (*Meloidogyne javanica* e *Meloidogyne incognita*); a ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi*) e as doenças que afetam as folhas, como oídio (*Microsphaera diffusa*) e o complexo de doenças de final de ciclo (*Septoria glycines* e *Cercospora kikuchii*), (EMBRAPA, 2004b). Meyer & Rodacki (2005) apontam a ferrugem asiática, a mela, a mancha-alvo (*Corynespora cassiicola*), a antracnose e as doenças de final de ciclo (DFC), como as doenças da soja que apresentam maiores incidências e potencial de danos em regiões tropicais. As doenças de final de ciclo ocorrem a partir do enchimento de grãos, causando

desfolha e deficiência na formação de grãos, além de reduzir a qualidade e a germinação das sementes.

Dentre os microrganismos causadores de doenças nas regiões produtoras de soja, *Rhizoctonia solani* (*R. solani*), agente causal da mela ou requeima, da podridão negra da raiz e da base da haste, do tombamento em pré e pós-emergência e da morte em reboleira, é considerado um dos fungos do solo com maior intensidade de ataque (GAZZONI & YORINORI, 1995). Além de ocasionar perdas significativas na fase de plântulas, pode servir de fonte de inóculo para culturas subseqüentes (SILVA et al., 1996), sendo um patógeno de importância econômica mundial nas áreas de cultivo. (FENILLE, 2001).

O tombamento de plântulas constitui-se em uma doença bastante importante, principalmente na fase inicial das culturas. A doença afeta o colo da planta provocando necrose que evolui para tombamento (PARADELA & FOLONI, 2001). Goulart et al. (2000) já alertava sobre o aumentando dos problemas decorrentes de microrganismos patogênicos presentes no solo, que causam tombamento, contribuindo para maiores perdas de produtividade e conseqüentemente, econômicas.

2.2.1 Rizoctoniose na Cultura da Soja

2.2.1.1 Etiologia

Rhizoctonia solani pertence ao Reino *Fungi*, Filo *Basidiomycota*, Classe *Basidiomycetes*, Ordem *Ceratobasidiales*, Família *Ceratobasidiaceae* (HAWKSWORHT et al., 1995). O fungo *R. solani*, teleomorfo *Thanatephorus cucumeris* (A.B. Frank) Donk, é um dos patógenos mais importantes para diversas culturas (OGOSHI, 1996). Apresenta grande variabilidade genética sendo composto por 14 grupos de anastomose (AG), subdivididos em 23 grupos intraespecíficos (ISG) (CARLING, 2000).

R. solani é uma espécie complexa, com muitos biótipos que diferem quanto à patogenicidade, aos hospedeiros, à distribuição na natureza e à aparência em meio de cultura (BOTELHO et al., 2001), com aproximadamente 120 espécies

registradas desde a constatação do gênero (OGOSHI, 1996). Na cultura da soja, os efeitos da *Rhizoctonia* foram descobertos em 1947, nos Estados Unidos, e se resumiam a danos em caules e raízes, pela ação de produtos metabólicos excretados (POLANCO et al.; 1977).

A classificação da espécie *R. solani* baseia-se em critérios morfológicos, fisiológicos, genéticos e patológicos, que permitem a divisão em grupos de anastomose (VILGALYS & CUBETA, 1994). Algumas características, dentre as quais: a ramificação em ângulo reto, observada próxima ao septo distal em hifas jovens; presença de um septo do tipo doliporo; ramificações de hifas que são concêntricas em sua extremidade basal; ausência de grampos de conexão e de conídios; tecido esclerocial não diferenciado em membrana, córtex e medula e ausência de rizomorfos, devem ser considerados para a classificação de um determinado fungo ao gênero anamorfo *Rhizoctonia* (CARLING & SUMNER, 1992). A contagem do número de núcleos constitui um importante parâmetro taxonômico, pois divide as espécies em multinucleadas (onde se inclui a *Rhizoctonia solani*), binucleadas e uninucleadas (BUZETO, 2001).

Carling (1996) esclarece que anastomose em *R. solani* é a capacidade de fusão entre hifas de diferentes isolados, mas relacionados entre si. O grupo de anastomose (AG) é uma coleção de isolados estritamente relacionados, agrupados com base na capacidade de fazerem anastomose entre si. A classificação da *R. solani* em AG e ISG contribuiu para os estudos epidemiológicos, ecológicos e de resistência genética em plantas, pois estas divisões e subdivisões caracterizam particularidades em relação à distribuição geográfica e severidade em diferentes hospedeiros (MUYOLO et al., 1993). Para a soja, Bolkan & Ribeiro (1985) relatam os grupos de anastomose AG-1 e AG-4, associados a folhas e hipocótilos, respectivamente. No Brasil, a doença é causada predominantemente pelo subgrupo IA do grupo I de anastomose (AG-1) de *R. solani* (AGI-1A).

Os basidiósporos (responsáveis pela disseminação do fungo à longa distância) e os escleródios (estruturas de resistência do fungo e fontes de inóculo) podem germinar e formar micélio ou tubo germinativo, que além de servir para a sobrevivência e disseminação, serve também para infecção (SNEH et al., 1991). O fungo sobrevive no solo através de escleródios ou saprofiticamente em restos de cultura, ou no solo ou raízes de hospedeiros alternativos ou eventuais (HWANG et al., 1996) e pode sobreviver por vários anos, sendo normalmente mais severo em

monocultura da soja (SCOTT et al., 1992). Geralmente, sobrevive nas camadas superficiais do solo, principalmente nos primeiros 10 cm do perfil (COSTA, 2001), devido à dependência de oxigênio (CARDOSO, 1994). Segundo Papavizas et al. (1975), *R. solani* não é capaz de colonizar resíduos de plantas extensivamente em profundidades a partir de 20-25 cm.

2.2.1.1 Ocorrência

R. solani apresenta uma ampla gama de hospedeiros, com relatos de 20 espécies de plantas cultivadas e 18 de plantas daninhas (MEYER, 2002).

Particularmente para a soja, várias doenças já foram associadas a *R. solani*, dentre as quais estão incluídas: o tombamento, morte em reboleira, podridão de raiz e da base da haste e mela ou requeima da soja (EMBRAPA., 1999c), ocorrendo praticamente em todas as regiões produtoras de soja no Brasil.

Na região Centro-Oeste do Brasil, principalmente na soja cultivada nos cerrados, o tombamento causado por *R. solani* merece destaque (GOULART, 2003). A mela ocorre praticamente em todas as regiões tropicais e subtropicais que cultivam soja no mundo e, no Brasil, ocorre principalmente nos estados do Mato Grosso do Sul, do Maranhão, de Tocantins e Piauí, onde provocou reduções de produtividade de até 60% (MEYER & SOUZA, 2004).

2.2.1.2 Epidemiologia e sintomatologia

Rhizoctonia spp. infectam tanto plantas jovens como plantas adultas, em qualquer estágio fenológico da planta e em qualquer órgão, principalmente aquele em contato com o solo (BUZETO, 2001). Na cultura da soja, as podridões radiculares de sementes ou doenças de plântulas ocorrem quando as condições são desfavoráveis para a rápida germinação e/ou crescimento da plântula (VENÂNCIO, 2002) e podem ser confundidas com má germinação de sementes, pois o fungo infecta a radícula e o caulículo antes da germinação (BUZETO, 2001). Condições de temperatura e umidade elevadas favorecem a ação do fungo, que pode provocar a podridão de sementes e plântulas em pré-emergência e o “damping-off” de pós-

emergência, com tombamento de plântulas após 30–35 dias da emergência. Costamilan & Yorinori (1999) citam a redução da temperatura do solo na primavera e início do verão, como fator favorável ao “damping-off” e às doenças induzidas por patógenos do solo que são beneficiados pelas baixas temperaturas, como a *R. solani*.

A doença causada pelo fungo se desenvolve bem em condições de temperatura entre 25 e 30 °C e umidade relativa do ar acima de 80%. Condição de clima chuvoso e frequência e boa distribuição de chuvas durante o ciclo da cultura são fatores determinantes para o desenvolvimento da doença (EMBRAPA, 2004a). O fungo também é favorecido em solos mal drenados, irrigações excessivas, sementeiras densas, adubação nitrogenada em excesso (tecidos ficam mais tenros, o que aumenta a possibilidade de ocorrência de ferimentos), alto teor de matéria orgânica, cultivos sucessivos no mesmo local e pH ácido (BUZETO, 2001).

Segundo Vieira (1983), a podridão radicular de *Rhizoctonia* é muito severa em plantas novas, levando-as usualmente à morte após a infecção. As plântulas, após emergirem normalmente, apresentam na região do colo e raízes pequenas manchas aquosas que evoluem para podridão seca, de coloração castanha a castanho-avermelhada. Com o estrangulamento nesta região da haste, ocorre murcha, tombamento de plântulas, tombamento antes da floração e morte em reboleira nas plantas adultas (ALMEIDA et al., 1997).

Henning (1996) relata que a doença também pode ocorrer em plantas adultas, quando reboleiras começam a aparecer aproximadamente durante a fase de floração com o amarelecimento das folhas, clorose ao longo das nervuras, murchamento de folhas jovens e broto apical. As folhas ficam pendentes ao longo da haste. Na parte inferior da haste principal, a podridão evolui para necrose, até que o tecido cortical necrosado destaque-se com facilidade.

Os prejuízos às culturas normalmente são determinados pela diminuição do estande, do desempenho produtivo e da baixa qualidade da semente produzida quanto ao vigor e a sanidade (CARDOSO, 1994). O mesmo autor recomenda evitar sementeira adensada, controlar infestação de plantas daninhas, fazer rotação /sucessão de culturas com gramíneas, manter adubação equilibrada, evitar sementeira em solo encharcado e fazer incorporação de restos culturais, além de eliminar a compactação do solo como medidas culturais de controle da *R. solani*.

2.3 AS DOENÇAS DAS PLANTAS E A COMPACTAÇÃO DOS SOLOS

A monocultura de soja, a compactação do solo e a introdução de doenças de outros países, através de sementes, estão entre as causas mais comuns da ocorrência de doenças (COSTAMILAN, 1999). Camargo & Alleoni (1997) afirmam que a compactação do solo pode predispor o ambiente a algumas injúrias do sistema radicular e aos microrganismos do solo, devido ao aumento da persistência de herbicidas, fungicidas ou inseticidas, favorecendo inclusive maior severidade das doenças da parte subterrânea da planta. Para os autores, quando as condições ambientais previnem a expressão total das doenças, a compactação pode ajudar a diferenciar cultivares resistentes de suscetíveis.

De acordo com McDonald (1994), a transmissão de várias doenças causadas por fungos do solo depende da habilidade desses em se desenvolverem no solo e que muitos fatores físicos, biológicos e químicos influenciam esse processo. O selamento superficial do solo nas condições de compactação acentuada restringe a emergência das plantas e pode favorecer a ocorrência de doenças radiculares (ALBUQUERQUE et al., 2003). Em solos mais argilosos, os problemas ocasionados por fungos podem ser mais freqüentes (ANDRADE, 1998).

Solos compactados apresentam menor aeração devido à redução da macroporosidade. Esse meio redutor pode provocar alterações biológicas e químicas no solo. Como resultado, a população microbiana é alterada, selecionando ou aumentando a virulência de alguns patógenos. Nesse ambiente podem ocorrer reações químicas prejudiciais às plantas, provocando lesões na região apical da raiz, as quais podem favorecer a entrada de patógenos já presentes no solo (EMBRAPA, 2004a).

Cattelan & Vidor (1990) afirmam que a sobrevivência de microrganismos do solo é dependente de características físicas como aeração, teor de umidade e disponibilidade de nutrientes, fatores que podem ser influenciados pelo nível de compactação do solo. Alves et al. (2003), trabalhando com feijoeiro em diferentes graus de compactação, constataram redução do estande final devido à ocorrência de fungos de solo, que teria sido consequência da semeadura sucessiva de feijão na mesma área e da compactação imposta, que criou um ambiente menos aerado e favorável ao desenvolvimento dos fungos. Segundo Costamilan (1999), doenças de

raízes, como a podridão vermelha da raiz de soja induzida por *Fusarium solani* f.sp. *glycines*, e a podridão negra da raiz de soja, induzida por *Macrophomina phaseolina*, destacam-se, principalmente pela ocorrência de compactação do solo e do estresse. Para a autora, a taxa de percolação da água, sendo mais baixa em solos compactados, resulta em longos períodos de saturação da umidade do solo, contribuindo para o aumento de doenças das raízes.

Allmaras et al. (1988) evidenciaram que a concentração do sistema radicular e de nutrientes provocada pela compactação do solo, entre outros fatores, propicia condições ótimas para o crescimento e infecção dos fungos *R. solani* e *F. solani*. Moots et al. (1988) notaram que o aparecimento da podridão e o número de plantas mortas aumentaram com a compactação de um Molissol, enquanto o número de plantas emergentes diminuiu. Vick et al. (2003), trabalhando com *F. solani* em soja, verificaram que o decréscimo da compactação do solo incrementou a porosidade do mesmo, promoveu maior aeração na rizosfera e, em conseqüência, reduziu a severidade da doença síndrome da morte súbita (SDS), provocada pelo patógeno.

Harris et al. (2003) estudando os efeitos da densidade do solo sobre *R. solani*, concluíram que a estrutura do solo é o componente mais relevante na exploração espacial da rizosfera pelo fungo. Otten & Gilligan (1998), em estudo sobre o efeito das condições físicas na dinâmica espacial e temporal de *R. solani* observaram que a distribuição do tamanho dos poros e o espaço poroso afetaram a extensão e a taxa de incremento fúngico, concordado com Glenn & Sivasithamparam (1990), que afirmaram ser a disponibilidade de ar nos espaços porosos um dos principais fatores limitantes ao desenvolvimento de patógenos de solo .

Solos compactados reduzem a biomassa e a produção e incrementam a incidência e a severidade de podridões radiculares (TU & TAN, 1994). Gill et al. (2000) trabalhando com podridões radiculares provocadas pela *R. solani*, concluíram que as propriedades físicas do solo parecem ter efeito mais significativo no crescimento e na patogenicidade do fungo do que as propriedades químicas e físicas. A compactação do solo é um dos fatores que dificultam a germinação das sementes e a emergência das plântulas no campo. Quando não existem condições adequadas para a emergência, as sementes ficam armazenadas no solo, a espera de condições favoráveis para iniciar o processo. Durante esse tempo germinação e emergência ocorrem mais lentamente, proporcionando aos fungos do solo maior

oportunidade de ataque, podendo causar deterioração nesse ambiente ou a morte de plântulas (GOULART, 2003).

2.4 SISTEMAS DE MANEJO E INCIDÊNCIA DE DOENÇAS

Um dos objetivos do preparo do solo é melhorar as suas condições físicas, visando o tamanho e o número de poros adequados à emergência e crescimento das culturas (NEGI et al., 1990). No entanto, o manejo inadequado das máquinas agrícolas, com operações de mecanização sem o prévio conhecimento da capacidade suporte do solo, tem levado ao agravamento dos problemas de compactação (HAFEMANN et al., 2004). De acordo com Castro et al. (1987), o preparo dos solos para cultivo deve alterar o mínimo possível características físicas e químicas originais do solo, especialmente as que afetam a infiltração e retenção de água, que são a porosidade e a agregação.

Para Silva et al. (2000), os sistemas de manejo do solo têm grande influência nas características físicas do mesmo e estão relacionados com a compactação. Também Kunz et al. (2004) afirmam que os processos que envolvem o aumento da compactação dos solos agrícolas estão intimamente relacionados ao manejo dos solos que, através de práticas de preparo e condução de lavouras, envolvem o emprego de pesadas máquinas e sucessivos tráfegos ao longo dos anos, promovendo a compactação da superfície e da subsuperfície do solo.

De Maria et al. (1999) enfatizam que o desrespeito às condições mais favoráveis (solo úmido - consistência friável) para o preparo do solo pode levar a modificações da estrutura, que poderá interferir na densidade do solo, na porosidade, na infiltração de água e no desenvolvimento radicular das culturas, e, conseqüentemente, reduzir sua produtividade. Kunz et al. (2004) enfatizam que, na maioria dos casos, desconsidera-se a capacidade de suporte de carga do solo bem como a umidade no momento das operações agrícolas.

O sistema plantio direto (SPD) é de importância incontestável para as diversas regiões produtoras de grãos do Brasil, evitando perdas por erosão, melhorando as características físico-químicas do solo, mantendo a umidade do solo e promovendo maior diversidade dos seres vivos, sendo mais econômico e menos poluente (FERNANDES, 1997). No entanto, com a adoção desse sistema o solo

deixou de ser revolvido e as tensões que sofre pelo tráfego deixaram de ser eliminadas pelo preparo, acumulando-se em superfície, o que tem ocasionado o aumento da compactação destes solos (STRECK et al., 2004).

Venâncio (2002) ressalta que no sistema plantio direto a movimentação do solo fica restrita exclusivamente à linha de semeadura. Centurion & Demattê (1985), comparando os sistemas de preparo do solo, verificaram que os valores de densidade e resistência do solo foram maiores na semeadura direta na camada mais superficial, quando comparados com os valores encontrados no sistema convencional. Genro Junior et al. (2004) também encontraram, no sistema plantio direto, maior compactação nas camadas superficiais. A distribuição da compactação do solo em áreas sob plantio direto ocorre de maneira sistemática, sendo maior nas laterais (onde o tráfego de máquinas é mais intenso) e diminuindo para o centro da lavoura (SILVA et al., 2004a). No entanto, para Reeves (1999) com o passar dos anos, a densidade do solo no sistema plantio direto pode vir a diminuir, devido, em parte, ao aumento do conteúdo de matéria orgânica na camada superficial, favorecendo a melhoria da estrutura do solo. Esse rearranjo da estrutura do solo em superfície se reflete no crescimento das raízes, que tendem a concentrar-se na camada superficial do solo, até 0,10 m de profundidade (LAL, 1989).

De acordo com Fernandes (1997) um fator preocupante no sistema de plantio direto é o risco de que a sobrevivência de certos fitopatógenos seja beneficiada pela permanência de restos culturais sobre a superfície do solo. Também Lamarca (1992) enfatiza as doenças como um potencial limitante ao sistema plantio direto, ressaltando a rotação de culturas como um dos métodos de controle de muitas doenças aliado ao tratamento de sementes.

As práticas de manejo de culturas e de solo podem alterar a temperatura, a densidade e a umidade do solo, bem como a distribuição de nutrientes e a atividade biológica, afetando a sobrevivência e o ambiente para o patógeno e o hospedeiro (EMBRAPA, 1999b). Segundo Embrapa (2004b), o uso da grade niveladora, no sistema plantio direto, aumenta a compactação do solo e a semi-incorporação dos restos de cultivo pode, com o tempo, aumentar a população de fungos no solo. Quando a grade niveladora é utilizada, como nos casos em que o milho antecede a cultura da soja, ocorre a semi-incorporação da resteva do milho, processo que acelera a decomposição dos restos culturais, diminuindo a aeração do solo pelo incremento da respiração microbiana, o consumo de O₂ e liberação de CO₂

(STEPNIEWSKI et al., 2004). Isto torna a raiz mais sujeita ao apodrecimento por fungos saprófitos, decorrente do efeito anaeróbico que causa estresse na raiz (EMBRAPA, 2004a). A presença de restos culturais no campo indica a ocorrência de patógenos e a ausência, conseqüentemente, a inexistência de tais organismos (REIS, 1990), sendo que a densidade do inóculo está relacionada com a quantidade de restos culturais (BLUM, 1997).

Zambolim et al. (2001) afirmam que o sistema plantio direto pode criar condições favoráveis à multiplicação e a sobrevivência de fitopatógenos em restos culturais deixados na superfície do solo. Para os autores, a decomposição lenta desses resíduos favorece a manutenção de patógenos necrotróficos na lavoura e aumenta a incidência de doenças, concordando com Yorinori (1977), para quem o plantio direto, por não haver incorporação no solo dos restos de culturas, permite, nos resíduos não decompostos, a sobrevivência de muitos patógenos que atacam a soja. Um exemplo é o fungo causador de cancro da haste, que se multiplica nas primeiras plantas infectadas e depois nos restos de culturas (EMBRAPA, 1999c). Bianchini (1981) observou aumento de incidência do crestamento bacteriano, no sistema plantio direto.

Para Scott et al. (1992), a severidade das doenças em sistema plantio direto varia conforme o tipo de doença, o sistema de cultivo envolvido e, efetivamente, de outras práticas de manejo de doenças utilizadas. Segundo Venâncio (2002), como o sistema plantio direto normalmente reduz a temperatura e conserva a umidade do solo, com a manutenção dos resíduos da cultura sobre a superfície, o desenvolvimento e a severidade de uma doença podem aumentar, diminuir ou não sofrer interferências pelos fatores relatados. Workneh et al (1998) verificaram a correlação positiva entre peso seco de restos culturais em sistema plantio direto e porcentagem de recuperação do fungo *Phytophthora sojae*, confirmando a importância de restos culturais como fonte primária de inóculo.

Reis (1999) destaca que microrganismos necrotróficos sobrevivem na forma de estruturas de repouso, livres no solo, através da associação com as sementes e nos restos culturais pós-colheita, e que sob sistema plantio direto, a densidade do inóculo dos agentes necrotróficos associados aos restos culturais é elevada, implicando em maior intensidade das doenças nesse sistema (REIS & CASA, 2000). Segundo os autores pode ser concluído que a intensidade de uma doença é função da quantidade de inóculo, que está diretamente relacionada com a quantidade de

restos culturais mantidas na superfície do solo. Segundo COSTAMILAN et al. (1999), o sistema plantio direto, ao proporcionar períodos longos de alta umidade no solo, também favorece a esporulação de patógenos na superfície das raízes, devido à camada de restos culturais posicionados sobre a superfície do solo que permite a proximidade física da fonte de inóculo inicial com o hospedeiro e a formação de estruturas de reprodução. Os mesmos autores observaram em estudo relacionado à sobrevivência de fungos necrotróficos em restos de cultura de soja, sob sistema plantio direto, que em todas as amostras analisadas (após o período médio para decomposição de restos culturais), e em todos os meses amostrados, o gênero *R. solani* foi sempre recuperado, com incidência média entre 3,5 e 4,7%. Esse resultado está de acordo com o encontrado por Almeida et al. (2001) que observaram que *R. solani* encontrava-se entre os patógenos de maior frequência de recuperação, em termos de sobrevivência em restos culturais de soja.

Berni et al. (2002) relatam que ensaios preliminares têm revelado que o tipo de preparo de solo pode influenciar na atividade de fungos. Wrathet et al. (1998) afirmam que a dinâmica populacional de patógenos do solo que afetam a soja, como o nematóide do cisto e a *Rhizoctonia* spp, pode ser afetada pelo manejo. Na prática, maior severidade das doenças causadas por *R. solani* tem sido observada em áreas sob sistema plantio direto (ROVIRA & VENN., 1985). No entanto, Rothrock et al. (1988) observaram que podridões de raízes promovidas por *R. solani* foram menos severas em plantio direto, resultado concordante com Berni et al. (2002) que encontraram maior severidade da doença causada pelo fungo no tratamento com grade do que no plantio direto.

Segundo Cardoso (1991), o principal objetivo das medidas de controle das podridões radiculares é evitar que a densidade de inóculo supere o limite de cinco propágulos por 100 g de solo seco para *R. solani*, pois quando isso ocorre, nenhuma medida de controle, isolada, consegue reduzir a taxa de severidade de doença a níveis econômicos em apenas uma safra.

Zambolim et al. (2000) afirmam que a sanidade da cultura não deve ser atribuída à manutenção de restos culturais infestados na superfície do solo, mas ao uso da monocultura. Os autores recomendam que o resto cultural deva ser eliminado de forma racional pela decomposição microbiana possibilitada pela rotação de culturas, para a ruptura do ciclo de vida dos patógenos.

Os desafios atuais do sistema plantio direto são as podridões radiculares, principalmente, em virtude da compactação do solo, que favorece o estresse hídrico, e de dificuldades de adoção da rotação de culturas (Costamilan & Yorinori, 1999).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA EXPERIMENTAL

O estudo foi desenvolvido no campo experimental da Cooperativa Agrícola Mista Vale do Piquiri (COOPERVALE), localizada em Palotina, região Oeste do Paraná, com coordenadas geográficas 24° 17' de latitude sul e 53° 50' de longitude oeste, e a uma altitude média de 289 metros. A área, segundo a classificação de Köppen, situa-se na faixa do clima "Cfa", ou seja, mesotérmico, sem estação seca, com verões quentes e geadas freqüentes no inverno, e temperaturas médias anuais que oscilam entre 18 °C e 24 °C (IAPAR, 1976). A precipitação pluviométrica média anual varia entre 1400 e 1500 mm, e a média anual da umidade relativa do ar é de 80 a 85%.

3.2 SOLO SELECIONADO

O solo utilizado foi um Latossolo Vermelho Eutroférico típico (Embrapa, 1999a), proveniente do basalto da Formação Serra Geral, com teores médios de 816 g kg⁻¹ de argila, 105 g kg⁻¹ de silte e 79 g kg⁻¹ de areia, determinados pelo método do densímetro (Embrapa, 1997), sendo definido como muito argiloso, quanto à classe textural. Esse Latossolo situava-se em relevo plano (1% de declividade) e vinha sendo cultivado, nos últimos dez anos, sob sistema de semeadura direta, com milho e soja no verão, e trigo e milho no inverno.

Para caracterização do solo e correção dos teores de macro e micronutrientes necessárias para a implantação do experimento, foi efetuada análise química prévia de amostras de Terra Fina Seca ao Ar, segundo Embrapa (1997). A Tabela 1 apresenta os resultados da análise química da área experimental.

Tabela 1. Atributos químicos da camada de 0-0,10 m, do Latossolo Vermelho da área experimental.

Atributos Químicos	Resultado
pH (CaCl ₂ 0,01 M)	4,90
P (mg/dm ³)	27,10
K (cmol ₂ /dm ³)	0,86
Ca (cmol ₂ /dm ³)	6,98
Mg (cmol ₂ /dm ³)	1,11
Zn (mg/dm ³)	6,36
Cu (mg/dm ³)	6,14
Fe (mg/dm ³)	31,10
Mn (mg/m ³)	264,00
Al (mol ₂ /dm ³)	0,00
T (cmol ₂ /dm ³)	14,71
SB (cmol ₂ /dm ³)	8,95
V1 (%)	60,84

SB: Soma de Bases, T: Capacidade de Troca Catiônica, V1: Saturação por Bases, Al: Saturação por Alumínio.

3.3 ESQUEMA EXPERIMENTAL, TRATAMENTOS E DELINEAMENTO ESTATÍSTICO

O estudo constou de dois experimentos conduzidos simultaneamente em condições de lavoura, com umidade controlada por irrigação. Cada experimento foi composto por quatro blocos e 16 parcelas (228 m²), totalizando 32 parcelas (456 m²) para os dois experimentos. Os tratamentos foram constituídos por dois níveis de densidade do solo: densidade inicial (C0) e densidade após compactação adicional (C1), e por dois cultivares de soja: Coodetec 201 e Coodetec 202, com duas repetições para cada um dos cultivares. As parcelas apresentaram 3 m de largura e 6 m de comprimento (18 m²), sendo que, nas partes externas, foram deixadas bordaduras de 0,80 m. Os blocos foram separados por corredores de passagem (2,0 x 10,0 m) e por dois corredores de irrigação (2,0 x 10 m; 4,6 x 33,0 m).

A compactação adicional (C1) foi obtida com o auxílio de um trator de massa de 4,6 Mg, após quatro passadas seqüenciais e sobrepostas do rodado sobre a superfície do solo, quando o conteúdo de água estava próximo da capacidade de campo. Depois da compactação induzida, foi aplicada uma lâmina de água de 63 mm, via irrigação por aspersão. As especificações técnicas do trator estão apresentadas na Tabela 2.

Tabela 2. Especificações técnicas do trator.

Característica	Valor
Valmet	985 mult
Peso	4.600 kg
Pneu Traseiro	45 cm 18,4-34 com lastro (2)
Pneu Dianteiro	36 cm 14,9 - 24

Nos dois experimentos o delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com duas repetições e análise conjunta, envolvendo duas densidades de solo e dois cultivares de soja. Para a análise de variância, quando houve necessidade, devido à elevada variação de dados, foi utilizada a transformação $\text{arc sen } \sqrt{x/100}$.

3.4 CARACTERIZAÇÃO BIOLÓGICA DAS PARCELAS EXPERIMENTAIS

Depois de demarcadas as parcelas experimentais, foi realizada a caracterização biológica das mesmas de acordo com a metodologia Maringoni et al. (1992), para constatação da existência ou não do fungo *R. solani*. Em cada parcela foram coletadas 5 sub-amostras de solo na profundidade de 5 cm, com estrutura deformada que, reunidas, constituíram uma amostra composta após homogeneizadas. As 32 amostras foram destorroadas e colocadas em gerbox com 3 cm de altura. As amostras de solo homogeneizadas foram colocadas até atingir a altura de 2,0 cm do gerbox e depois umedecidas com água destilada. Os gerbox foram tampados e identificados pelo número da parcela correspondente.

Hastes de trigo (*Triticum aestivum*) de 3 cm de comprimento foram desinfetadas com hipoclorito de sódio a 1%, por 60 minutos, na proporção de 3:1 (água: hipoclorito de sódio). Posteriormente, foram colocadas 20 destas hastes em cada gerbox, em linhas formadas por quatro hastes, utilizando-se, no total, 640 hastes (Figura 1). O procedimento para a observação da presença de *R. solani* e também de outros microrganismos, foi através da visualização suas colônias e pela

caracterização das estruturas ao microscópio óptico. Não foi constatada a presença de *R. solani* ou de outros fitopatógenos.



Figura 1. Iscas de hastes de trigo, em gerbox, utilizadas para detecção de presença do fungo *R. solani* no solo da área experimental.

3.5 OBTENÇÃO DE ISOLADOS DE *R. SOLANI*, PRODUÇÃO DE INÓCULO E INFESTAÇÃO DAS PARCELAS

A análise biológica preliminar não detectou presença do fungo *R. solani* no solo da área de implantação dos experimentos. Desta maneira, foi necessário desenvolver o inóculo de *R. solani* em condições de laboratório para, posteriormente, infestar as parcelas experimentais

O inóculo foi obtido em laboratório, proveniente de plantas de soja com sintomas de tombamento, utilizando-se arroz não beneficiado como substrato (MARIGONI et al., 1992). Para tanto, o arroz foi previamente umedecido com água destilada (Figura 2) e após 6 h, foi autoclavado a 120 °C (1,5 atm), por 60 min. Em cada frasco foram colocados 400 ml de arroz.



Figura 2. Sementes de arroz, antes da autoclavagem.

No processo de repicagem do fungo, cada recipiente foi inoculado com sete discos (micélios) de aproximadamente 5,0 mm, retirados das bordas da colônia de *R. solani*, com 14 dias de crescimento em meio batata-dextrose-ágar (BDA), utilizando-se pinça esterilizada para o procedimento, trabalho realizado próximo à chama e com isolamento do local. Após a repicagem, os recipientes foram vedados e colocados em estufa a 25 °C e escuro até a colonização do substrato. Os recipientes foram agitados diariamente, durante 22 dias, para uniformizar a colonização do fungo no arroz. Após a colonização do substrato, este foi colocado em bandejas de plástico esterilizadas com hipoclorito de sódio (NaClO_2) e homogeneizado.

Antes da infestação com inóculo, as parcelas experimentais foram irrigadas com uma lâmina d'água de 80 mm. A infestação foi realizada no período da manhã, no dia 30 de outubro de 2004, com distribuição uniforme de 100 ml do inóculo ao longo das duas linhas centrais de cada parcela, com 0,50 cm de profundidade (Figura 3). Após a infestação, foi efetuada nova irrigação (42 mm de lâmina d'água).



Figura 3. Inoculação das linhas centrais (área útil) das parcelas com *R. solani*.

3.6 IMPLANTAÇÃO DO EXPERIMENTO

Após a inoculação das parcelas com o fungo, o experimento foi implantado. A pesquisa foi conduzida no ano agrícola de 2004/2005, sob sistema de plantio direto (SPD), utilizando semeadora adaptada para plantio de parcelas (chassi SLC), com duplo disco desencontrado e distribuidor Fankhauser, com quatro linhas de semeadura. Foi retirado o facão para não eliminar possíveis efeitos negativos do nível de compactação obtido.

A adubação de base em todas as parcelas foi equivalente a $0,30 \text{ Mg ha}^{-1}$ de fertilizante na formulação 02-20-18 de N-P-K, no sulco do plantio, operação realizada simultaneamente à semeadura. A semeadura foi realizada em 4 de novembro de 2004 (dentro do período recomendado para os cultivares), ao longo de 4,0 linhas, com 6 m de comprimento cada, sendo 0,25 m de cada lado da parcela considerado bordadura. O espaçamento utilizado foi de 0,45 m entre linhas. A semeadora foi regulada para que a profundidade não ultrapassasse 0,05 m, com densidade de plantio de 18 sementes m^{-1} . Para prevenção de problemas relacionados com estresse hídrico, as parcelas foram irrigadas durante o desenvolvimento vegetativo de soja, para reposição das perdas por evapotranspiração.

Os cultivares de soja utilizados (Coodetec 201 e Coodetec 202) eram fiscalizados e com 80% de poder germinativo mínimo. Esses cultivares figuram, atualmente, entre os recomendados para a região oeste do Paraná. As especificações sobre cada cultivar estão na Tabela 3. Foi feito tratamento

fitossanitário com fungicida nas sementes, para controle de *R. solani* e *Fusarium semitectum*, na dose recomendada, sendo esta uma prática usual nas áreas de cultivo comercial de soja. As práticas para condução da cultura foram procedidas homogêneas nos dois locais do experimento. Plantas invasoras, antes do plantio, foram controladas com herbicida pré-emergente e após o plantio, com capinas manuais. Ataques de pragas foram controlados com inseticidas, com aplicações na época e dosagens preconizadas.

Tabela 3. Características dos cultivares de soja utilizados no experimento.

CARACTERÍSTICA	CULTIVAR	
	Coodetec 201	Coodetec 202)
Grupo de maturação	Semi-Precoce	Precoce
Ciclo total (média em dias)	123	118
Ciclo vegetativo (média em dias)	48	50
Altura média das plantas (cm)	84	84
Acamamento (susceptibilidade)	Moderada	Moderada
Deiscência de vagem	Tolerante	Tolerante
Acidez do solo	Tolerante	Tolerante
Época da semeadura	25/10 a 30/11	25/10 a 30/11
Reação às Doenças:		
- Cancro da haste	Resistente	Resistente
- Mancha "olho-de-rã"	Resistente	Resistente
- Oídio	Resistente	Suscetível
- Podridão parda da haste	Resistente	Em Avaliação
- Pústula bacteriana	Resistente	Resistente
Peso de 100 Grãos:		
- Peneira P (5-6mm)	12,2	12,4
- Peneira M (6-7mm)	15,4	16,4

Fonte: COODETEC (2006).

3.7 PARÂMETROS AVALIADOS

3.7.1 Atributos físicos do solo

Sessenta dias depois de implantado o experimento, o solo das duas áreas experimentais foi caracterizado quanto aos seus atributos físicos, para fins de verificação da eficácia do processo de compactação efetuado e diferenciação das duas áreas experimentais. Para isto, foram coletadas amostras de solo

indeformadas, por meio de anéis cilíndricos de aço inox com volume de 100 cm³, no centro da camada de 0-0,10 m de profundidade, em cinco pontos aleatórios dentro de cada parcela experimental. Após a coleta, as amostras foram acondicionadas em sacos plásticos e mantidas sob temperatura de aproximadamente 5°C, sendo depois processadas.

As amostras foram utilizadas para determinação da macroporosidade, microporosidade, porosidade total e densidade do solo. A microporosidade foi determinada como sendo o conteúdo volumétrico de água equilibrada na mesa de tensão a 60 cm de coluna de água; a percentagem do número de macroporos foi determinada pela subtração do volume total de poros pelo volume de microporos da percentagem de saturação, a porosidade total foi obtida pela soma da microporosidade e da macroporosidade e a densidade pelo método do anel volumétrico, conforme descritos pela Embrapa (1977). Foram também utilizados na análise os estados de densidade do solo e os cultivares, para constatação se houve interação significativa entre esses fatores.

3.7.2 Índice de Velocidade de Emergência (IVE) e Emergência das Plântulas

A emergência das plântulas foi avaliada da germinação até a estabilização do número de plântulas emergidas. Foram realizadas contagens diárias, no período da manhã, entre os horários de 8:00 às 10:00 h. A avaliação do estande foi feita por meio da contagem do número de plântulas emergidas nas duas linhas centrais de cada parcela, ao longo de 3 m de comprimento (Figura 4). As plântulas foram consideradas emergidas quando apresentaram cotilédones acima da superfície do solo, no estágio VE (FEHR & CAVINESS, 1977) e quando podiam ser observadas à olho nu, de um ângulo qualquer. O número de plântulas emergidas foi considerado estável quando o número total de cada tratamento se tornou repetitivo durante três dias consecutivos. A velocidade de emergência foi representada pelo índice de velocidade de emergência (IVE), conforme metodologia de Nakagawa (1994).



Figura 4. Marcação de plântulas emergidas, para quantificação do índice de velocidade de emergência e emergência de plântulas, ao longo de 6,0 m da área útil.

3.7.3 Morte em Pré-emergência e Tombamento de Plântulas

A avaliação de percentagem de infestação em sementes não germinadas e/ou plantas tombadas foi realizada entre os sete e 15 dias após a semeadura, na área útil da parcela (6,0 m²). Para avaliação do tombamento de pós-emergência (tombamento de plântulas) foi considerado o percentual de plantas doentes em relação à população total de plantas emergidas. Para a avaliação do tombamento de pré-emergência foi considerado o percentual de sementes mortas em relação à emergência total prevista (86 plântulas na área útil da parcela), considerando que o poder germinativo mínimo das sementes utilizadas era de 80%. As sementes foram resgatadas das linhas de semeadura e levadas ao laboratório para avaliação da infecção.

A classificação de plantas mortas em pré-emergência obedeceu aos seguintes critérios: podridão de sementes (sementes completamente mortas); podridão de embrião (cotilédone verde e embrião morto) e podridão radicular (cotilédone verde e sistema radicular morto).

O tombamento de plântulas (Figura 5) foi avaliado através da contagem do número de plântulas tombadas (necrose do colo) por parcela. Para confirmação da doença, as plântulas tombadas foram lavadas após a coleta em água corrente e submetidas à análise dos sintomas, para confirmação de rizoctoniose.

Somente foram considerados os sintomas típicos causados pelo fungo na planta: lesões pardo-avermelhadas, deprimidas, bem delimitadas, e alongadas no sentido de comprimento do caule (SNEH et al., 1996). Ao final do período de contagem, foi considerado como valor final o total de plântulas tombadas em cada parcela do experimento.



Figura 5. Plântula tombada com sintomas de rizoctoniose.

3.7.3 Altura das Plantas e Altura de Inserção da Primeira Vagem (HIPV)

A altura de inserção da primeira vagem foi determinada por meio da distância entre o solo e o internódio de inserção da primeira espiga, com auxílio de trena de aço, nas quatro plantas centrais, de cada linha da área útil do tratamento. Para a determinação da altura final das plantas, mediu-se a altura do solo até o ponto de inflexão da folha mais alta da planta, com o auxílio de régua graduada, nas quatro plantas centrais, de cada linha da área útil do tratamento.

3.7.5 Umidade e Peso da Massa Seca da Parte Sérea (MSPA)

Aos 45 dias após a semeadura foi feita a avaliação da matéria seca total, em área de 0,5 X 0,5 m (0,25 m²) das linhas centrais das parcelas. Após a coleta, o material foi seco em estufa de circulação forçada de ar a 60 °C, e posteriormente pesadas em balança eletrônica.

3.7.6 Peso de 100 Grãos e Produtividade

Após a maturação da soja, foi determinado o peso de 100 grãos e a produtividade, a partir da parcela útil de 6,0 m². Para a avaliação do peso de 100 grãos, foram coletadas 10 plantas ao longo de 3,0 m das duas linhas centrais de cada parcela (área útil), na fase de maturação fisiológica das plantas. Posteriormente, as sementes foram separadas aleatoriamente, em cinco lotes de 100 grãos para cada parcela e submetidas à pesagem em balança de precisão.

A colheita foi realizada, mecanicamente, nas plantas restantes da área útil das parcelas. Após a trilha das sementes, foi feita a determinação da umidade e do peso produzido por parcela. Posteriormente, o valor obtido foi transformado em produtividade agrícola, expressa em Kg ha⁻¹, com correção da umidade para 13%.

3.8 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância individual por experimento e análise conjunta, com o auxílio do software SANEST (ZONTA et al., 1984), e quando significativos, pelo teste F. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de significância. Na análise da incidência das doenças os dados originais foram transformados em arco seno $\sqrt{x/100}$.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 ATRIBUTOS FÍSICOS DO SOLO APÓS COMPACTAÇÃO ADICIONAL

Na Tabela 4 encontram-se os dados sobre as alterações físicas do solo após a compactação adicional. A compactação efetuada incrementou a densidade média do solo (5,84%), o que se deveu, basicamente, a uma redução (em média de 49,26%) do volume total de macroporos. Observa-se que o volume de macroporosidade apresentou relação inversa à densidade do solo. Como o solo do experimento é muito argiloso, a alteração da estrutura afetou, principalmente, a macroporosidade, o que corrobora resultados encontrados por Souza & Alves (2003), que também afirmam que o aumento da massa de partículas do solo (quando argiloso) por unidade de volume provoca a redução dos espaços ocupados pelos poros maiores e aumenta a microporosidade.

Tabela 4. Densidade, porosidade total, macroporosidade e microporosidade do solo no plantio direto (SPD) contínuo sem compactação adicional (C0) e com compactação adicional (C1).

Estado de Compactação	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo	CV (%)
DENSIDADE DO SOLO (Mg m^{-3})					
C0	1,37	0,058	1,27	1,48	4,19
C1	1,45	0,034	1,40	1,51	2,27
POROSIDADE TOTAL ($\text{dm}^3 \text{dm}^{-3}$)					
C0	52,20	2,36	48,48	57,49	4,52
C1	48,60	1,22	45,67	50,44	2,50
MACROPOROSIDADE ($\text{dm}^3 \text{dm}^{-3}$)					
C0	8,16	2,48	3,15	12,79	30,43
C1	4,14	1,31	2,45	6,61	2,50
MICROPOROSIDADE ($\text{dm}^3 \text{dm}^{-3}$)					
C0	44,04	1,56	41,99	46,56	3,55
C1	44,47	1,17	42,08	46,27	31,69

Os valores médios de macroporosidade são menores que 10% e as médias de densidade do solo superiores a $1,36 \text{ Mg m}^{-3}$, para os dois locais do experimento (com e sem compactação adicional). Segundo Bonini (2006) esses valores podem levar a ocorrência de limitações no crescimento radicular e conseqüente redução no rendimento de grãos das culturas, o que não foi verificado no experimento. Reinert et al. (2001) consideram que quando os valores de densidade do solo são semelhantes e/ou superiores a $1,45 \text{ Mg m}^{-3}$ e de resistência à penetração do solo (R_p) superiores a 2,0 MPa, o solo pode ser considerado compactado. No entanto, no experimento, essa densidade não foi suficiente para inibir o desenvolvimento da planta.

Segundo van Ouwerkerk & Boone (1970), no sistema plantio direto, com menor mobilização do solo, além da redução da porosidade total, ocorre também mudanças na distribuição do tamanho dos poros, com redução do número de macroporos.

Em relação aos microporos, podemos observar que o seu aumento médio (0,976%) após a compactação adicional, não correspondeu ao aumento médio obtido na redução da macroporosidade (49,26%), não apresentando diferença estatística significativa entre os dois estados de compactação estudados, para a camada de 0- 0,10 m. Na mesma tabela, o valor médio da porosidade total sofreu uma redução de 6,9% após a compactação adicional.

Este resultado confirma Silva & Kay (1997) que constataram que a microporosidade é pouco influenciada pelo aumento da Ds e corroboram os resultados encontrados por Tormena et al. (1998b), que confirmam que os macroporos são a classe de poros menos estáveis e sofrem colapso quando submetidos aos estresses aplicados pelos sistemas de preparo e tráfego. Também Hillel (1982) afirma que na compactação, ocorrem reduções significativas, principalmente no volume de macroporos, enquanto os microporos ficam praticamente inalterados. Os resultados da Tabela 4 demonstraram que a porosidade total e a macroporosidade foram mais sensíveis que a densidade e a microporosidade ao efeito do tratamento.

A Tabela 5 apresenta os resultados obtidos para os atributos físicos do solo após a compactação adicional. A compactação efetuada não provocou diferença estatística significativa entre os dois estados de compactação estudados, correspondentes aos dois experimentos, para a camada de 0-0,10 m. Verifica-se, através da análise de variância, que não houve interação significativa entre os fatores estudados, implicando que a densidade do solo e as culturas são fatores que agem independentemente.

Tabela 5. Valores dos quadrados médios de densidade do solo, porosidade total, macroporosidade e microporosidade, em dois níveis de densidade do solo.

CV	GL	Quadrados Médios			
		Densidade (Mg m ⁻³)	Porosidade total (%)	Macroporosidade (%)	Microporosidade (%)
Bloco (Experimento)	6	0,0021 ns	2,755 ns	2,093 ns	5,162 ns
Cultivar	1	0,0012 ns	0,753 ns	2,599 ns	0,556 ns
Experimento Cultivar X	1	0,0450 ns	103,356 ns	129,766 ns	1,496 ns
Experimento	1	0,0036 ns	1,269 ns	6,055 ns	1,778 ns
Resíduo	22	0,0023	3,959	4,414	1,12
Total	31	0,0650	112,092	144,927	10,112
Média		1,413125	50,4003	6,149	44,251
C.V. (%)		3,43	3,94	34,17	2,39

^{ns} = não significativo.

Em relação à macroporosidade, Kiehl (1979) considera os valores de 0,10 - 0,16 Mg m⁻³ ideal para que haja um bom desenvolvimento das plantas e que, abaixo deste volume, o crescimento vertical das raízes pode ser limitado. Os resultados das médias obtidas no experimento foram inferiores aos valores referidos pelo autor, o que caracteriza a macroporosidade dos dois locais como restritiva ao desenvolvimento radicular.

Os resultados encontrados condizem com Silva et al. (2001b), ao observarem que no sistema plantio direto, a formação de poros biológicos favorece as trocas gasosas, a infiltração da água e o desenvolvimento das raízes nos pontos de menor resistência, que não são detectáveis pelos métodos de determinação da densidade do solo e da resistência do solo à penetração. Esses possíveis poros biológicos podem ter influenciado na redução dos efeitos negativos que normalmente ocorrem em solos com alta densidade do solo e baixo volume de macroporos.

4.2 ÍNDICE DE VELOCIDADE DE EMERGÊNCIA E EMERGÊNCIA DE PLÂNTULAS

Segundo Santi et al. (2003) se o estado físico do solo pode afetar o desenvolvimento das culturas, poderá também afetar seus mecanismos de crescimento e desenvolvimento, entre esses mecanismos pode ser citada a emergência das plântulas. No solo compactado ocorre a demora na emergência das plântulas em consequência da maior dificuldade para a infiltração da água e para a ocorrência das trocas gasosas, que provocam retardamento no processo de germinação da semente. Também o selamento superficial do solo exerce forte resistência à emergência das plântulas, provocando atraso na mesma (ALVARENGA et al., 2002). O solo que recebe as sementes deve ser suficientemente solto para minimizar a formação de crostas e promover a emergência mais fácil da plântula (REIS et al., 2002), visto que, a compactação do solo na região onde são colocadas as sementes, é prejudicial em razão das alterações nas propriedades físicas do solo, que modificam seu comportamento térmico e umidade, fatores importantes para a germinação e emergência (ARAÚJO, 2002).

Na Tabela 6 observa-se que, de acordo com a análise estatística, não houve alteração significativa para a emergência, em função da interação dos tratamentos, que foi afetada apenas pelo fator cultivar a 5% de probabilidade. Os cultivares não seguiram o mesmo comportamento em relação ao índice de velocidade de emergência e houve alteração significativa, em função dos tratamentos avaliados, para a interação entre cultivar e experimento, ao nível de 1%.

Tabela 6. Resumo da análise de variância das características índice de velocidade de emergência e emergência de plântulas, avaliadas nos dois locais do experimento.

CV	GL	Quadrados Médios	
		IVE (dias)	Emergência (%)
Bloco (Experimento)	6	0,104	31,998
Cultivar	1	18,895 ns	25.727,626*
Experimento	1	1,308 ns	346,448 ns
Cultivar X Experimento	1	0,949**	68,235 ns
Resíduo	22	0,079	74,450
Total	31	21,335	26.248,757
Média		6,291	48,842
C.V. (%)		4,468	17,666

* Significativo em nível de 5 % de probabilidade, ** significativo em nível de 1% de probabilidade pelo Teste F e ns - não significativo.

IVE = Índice de Velocidade de Emergência ; ¹ Dados transformados

As análises finais das características avaliadas das plantas contradizem Coelho (1979), quando afirma que podem ser previstos reflexos na produtividade das culturas, quando ocorre diferença na marcha de emergência. No presente trabalho o cultivar CD 202, que apresentou maior número médio de dias para a emergência, não teve sua produção afetada. E esses resultados são concordantes com os encontrados por Silva et al. (2004a) que trabalhando com soja não verificaram diferença significativa para o número de vagens por planta e para a produtividade em função da velocidade de emergência, da carga e da profundidade de semeadura.

Os resultados da comparação de médias entre o desempenho dos cultivares constam na Tabela 7.

Tabela 7. Comparação de médias para o índice de velocidade de emergência (IVE) de dois cultivares de soja, sob dois níveis de densidade do solo, pelo teste de Tukey a 5%.

Densidade do Solo	Cultivar	Média
Experimento C0	CD 202	6,685 a A
Experimento C0	CD 201	5,492 b B
Experimento C1	CD 202	7,434 a A
Experimento C1	CD 201	5,552 b B
Cultivar	Densidade do Solo	Média
CD 201	Experimento C1	5,552 a A
CD 201	Experimento C0	5,492 a A
CD 202	Experimento C1	7,434 a A
CD 202	Experimento C0	6,685 b B
DMS (5%) = 0,291		DMS (1%) = 0,396

C0= área sem compactação adicional ($1,37 \text{ Mg m}^{-3}$); C1= área com compactação adicional ($1,45 \text{ Mg m}^{-3}$).

Médias seguidas da mesma letra minúscula na vertical, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade; médias seguidas da mesma letra maiúscula na vertical, não diferem significativamente entre si, pelo teste Tukey a 1% de probabilidade.

Tabela 8. Comparação de médias para a emergência (Emerg) de dois cultivares de soja, sob dois níveis de densidade do solo, pelo teste de Tukey a 5%.

Densidade do Solo	Cultivar	Média de Emerg.
Experimento C1	CD 201	72,45 aA
Experimento C1	CD 202	18,63 bB
Experimento C0	CD 201	81,94 aA
Experimento C0	CD 202	22,34 bB
Cultivar	Densidade do Solo	Média de Emerg.
CD 201	Experimento C0	81,94 aA
CD 201	Experimento C1	72,45 bA
CD 202	Experimento C0	22,34 aA
CD 202	Experimento C1	18,63 aA
DMS (5%) = 8,95		DMS (1%) = 12,172

C0= área sem compactação adicional ($1,37 \text{ Mg m}^{-3}$); C1= área com compactação adicional ($1,45 \text{ Mg m}^{-3}$).

Médias seguidas da mesma letra minúscula na vertical, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade; médias seguidas da mesma letra maiúscula na vertical, não diferem significativamente entre si, pelo teste Tukey a 1% de probabilidade.

O teste de Tukey a 5% de probabilidade evidencia que o cultivar CD 202 apresentou um número significativamente inferior de plântulas emergidas (Tabela 8) e número de dias significativamente superior para estabilização da emergência das plântulas (Tabela 7). Como consequência, esse cultivar apresentou menor número final de plantas por metro linear (estande). Como esse comportamento foi semelhante nas duas densidades do solo, pode-se afirmar que esse resultado é independente da compactação do solo, podendo ser creditado às características próprias do cultivar.

Estes resultados confirmam Santi et al (2003), que trabalhando com feijão, não obtiveram diferença significativa na emergência das plantas em solo com e sem compactação adicional. No entanto, ao observarem apenas os valores numéricos entre os tratamentos, verificaram maior emergência no tratamento sem compactação adicional. Em relação ao cultivar CD 201, pode ser observado percentual de emergência 9,49% superior na área sem compactação adicional quando comparada com a área compactada. Esses resultados indicam, apesar da melhor desempenho apresentado em relação ao cultivar CD 202, que o cultivar CD 201 foi mais sensível ao incremento da densidade do solo. O resultado apresentado para esse cultivar concorda com Hyatt et al. (2005), que concluíram em trabalho com soja que a compactação do solo pode causar uma não uniformidade na emergência de plântulas, além de reduzir o estande. Os autores observaram uma redução de 92 para 37% na emergência de plântulas normais quando houve elevação do nível de densidade do solo, e incremento de 3,0 para 27% no número de sementes que germinaram, mas que não conseguiram emergir. Também concluíram que o vigor germinativo das sementes influenciou nos resultados, visto que a compactação do solo ocasionou grandes reduções na emergência em sementes com menor vigor germinativo em comparação com as que possuíam maior vigor.

No presente trabalho, a disponibilidade de água durante o período de germinação e de emergência, pode ter contribuído para os resultados encontrados, pois com a umidade ideal do solo, esses processos podem ser facilitados, mesmo ocorrendo valores de densidade restritivos para o desenvolvimento das plantas (BONINI, 2006).

Tabela 9. Valores estatísticos descritivos para índice de velocidade de emergência (IVE) em dias e emergência em números absolutos de dois cultivares de soja, sob duas densidades do solo.

Característica	n	média	mínimo	máximo	amplitude	CV (%)
IVE	32	6,29	5,13	8,08	2,95	4,46
Emergência	32	48,84	11,10	87,04	75,94	17,66

n= número total de observações; CV= coeficiente de variação; IVE= índice de velocidade de emergência.

Na Tabela 9 podem ser observadas as amplitudes da variação entre o menor valor da amostra e o maior valor para as características analisadas, dentro dos dois locais do experimento (C0 e C1).

O menor valor para índice de velocidade de emergência foi encontrado na área não compactada (C0) e o número máximo de dias para a emergência de plântulas ocorreu na área compactada (C1) com o cultivar CD 202. Esse resultado corresponde a 36,50% de incremento no número de dias necessários para a emergência em relação ao menor número de dias observados para a emergência. Alves et al (2003), trabalhando com feijão, verificaram que os processos de germinação e emergência foram influenciados pelo aumento da compactação.

Os menores percentuais encontrados para a emergência foram apresentados pelo cultivar CD 202, independente da densidade do solo. Ao ser feita a comparação entre o valor máximo de emergência (87,04%) e o valor mínimo (11,10%), pôde ser observada uma diferença de 75,94% na emergência entre os dois cultivares.

4.3 MORTE EM PRÉ-EMERGÊNCIA E TOMBAMENTO DE PLÂNTULA (“DAMPING-OFF”)

Embora os valores numéricos de morte em pré-emergência e pós-emergência tenham sido mais elevados no experimento C1 (solo com compactação adicional), não foram constatadas diferenças significativas para os fatores, estado de compactação e interação. As mortes em pré e pós-emergência das plântulas foram influenciadas apenas pelo fator cultivar, conforme observado na Tabela 10. Os

valores da comparação de médias entre os dois cultivares são apresentados na Tabela 11.

Tabela 10. Resumo da análise de variância para a incidência de morte em pré-emergência e pós-emergência, avaliadas nos dois locais do experimento, no período de 7 a 15 dias após a semeadura de soja.

CV	GL	Quadrados Médios	
		Morte em Pré-Emergência ¹	Morte em Pós-Emergência ¹
Bloco (Experimento)	6	26,818	5,813
Cultivar	1	26.151,331*	242,083*
Experimento	1	292,996 ns	51,499 ns
Cultivar X Experimento	1	15,739 ns	25,860 ns
Resíduo	22	37,125	9,358
Total	31	26.524,009	334,613
Média		45,68	11,79
C.V. (%)		13,33	25,95

* Significativo em nível de 5 % de probabilidade, ns - não significativo em nível de 1% de probabilidade pelo Teste F e ns - não significativo.

¹ Dados transformados em $\arcsin \sqrt{x/100}$

Tabela 11. Comparação das médias de morte em pré e pós-emergência das plântulas de dois cultivares de soja, sob dois níveis de densidade de solo, pelo teste de Tukey a 5%.

Experimento	Cultivar	Médias	
		Morte em Pré-Emergência	Morte em Pós-Emergência
Experimento C0	CD 202	71,95 a A	12,38 a A
Experimento C0	CD 201	13,37 b B	8,68 b A
Experimento C1	CD 202	76,60 a A	16,71 a A
Experimento C1	CD 201	20,82 a A	9,41 b B

C0= área sem compactação adicional (1,37 Mg m⁻³); C1= área com compactação adicional (1,45 Mg m⁻³).

Médias seguidas da mesma letra minúscula na vertical, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade; médias seguidas da mesma letra maiúscula na vertical, não diferem significativamente entre si, pelo teste Tukey a 1% de probabilidade.

A não constatação de um efeito significativo da compactação do solo na incidência do fungo *R. solani*, pode ter ocorrido por fatores como condições climáticas desfavoráveis ao fungo, tipo de solo, densidade do solo do local com

compactação adicional insuficiente para a incidência do fungo e resistência do cultivar.

Entre esses fatores, a semeadura mais tardia, em período de temperatura mais alta, pode ter favorecido a velocidade da germinação. Quando o plantio é efetuado mais precocemente, a germinação pode ser retardada, favorecendo o aparecimento de doenças radiculares. De acordo com Rava (2006) temperaturas moderadas (18° C) favorecem a enfermidade causada pelo fungo, temperaturas superiores a 21°C aumentam a velocidade de emergência das plântulas, que assim, podem escapar à infecção.

Entre os patógenos do solo favorecidos por baixas temperaturas pode ser citado o fungo *R. solani* (Embrapa,1999b). Hershman et al. (1990) observaram que lavouras de soja semeadas tardiamente geralmente apresentavam redução na incidência da doença radicular podridão vermelha da raiz da soja, causada por *F. solani* f.sp. *glycines*, provavelmente devido aos solos estarem mais quentes e menos úmidos.

Segundo Sherm & Yang (1996), os sintomas são mais severos quando ocorre alta umidade no solo durante todo o ciclo da cultura e baixas temperaturas (15 °C) no solo durante o início da estação do crescimento, o que contribuiria para a infecção de raízes. Fenille & Souza (1999), trabalhando com feijão, verificaram que o solo mantido seco até o plantio condicionou maior porcentagem de tombamento em relação à testemunha mantida em solo úmido, provavelmente devido à maior atividade do fungo em solo em condições de menor umidade. Os mesmos autores afirmam que o solo utilizado no experimento era constituído de 57-60% de argila, o que favoreceu a existência de água adsorvida e disponível para ser utilizada pelos microrganismos. No presente trabalho o experimento foi mantido sob condição de umidade controlada, o que impediu a ocorrência de excesso de umidade e encharcamento do solo.

Papavizas & Davey (1960) constataram que *R. solani* apresenta maior atividade saprofítica em solo não incorporado com materiais, do que em solos incorporados com materiais orgânicos, principalmente nas primeiras semanas após a inoculação e incorporação.

Segundo Zimback (2000), o coeficiente de variação indica a precisão de um experimento, Landim (1998) afirma que os valores do coeficiente de variação (CV) mostram a amplitude de variação dos resultados dentro do experimento. No

presente trabalho os valores do coeficiente de variação encontrados (em dados não transformados) indicam a amplitude dos resultados dentro do experimento, resultado da grande variabilidade no conjunto de dados, conforme observado nos seus valores de máximo e mínimo. A amplitude entre os dados amostrados (Tabela 12) pode ser explicada pelo grande número de fatores que interferem diretamente nos resultados, tanto os inerentes ao solo quanto os externos, como o manejo do solo e as condições climáticas, e pode ser indicativo da necessidade de se modificar o método de amostragem.

Tabela 12. Valores estatísticos descritivos para morte em pré-emergência e em pós-emergência de dois cultivares de soja, sob duas densidades do solo.

Característica	n	Média*	Mínimo*	Máximo*	Amplitude*	CV (%) ¹
Pré- Emergência	32	40,552	0	86,046	6,046	13,33
Pós-Emergência	32	2,654	0	18,182	18,182	25,95

n= número total de observações; CV= coeficiente de variação;

* Dados não transformados

¹ Dados transformados em $\arcsin \sqrt{x/100}$.

Apesar da ausência de significância entre a interação dos fatores cultivar e densidade do solo, deve-se observar que houve diferença numérica no percentual de mortes em pré e pós-emergência em relação aos locais do experimento. Os resultados obtidos demonstraram que no local do experimento com compactação adicional, houve incremento do “damping-off” de pré-emergência para os dois cultivares, mesmo que estatisticamente não sejam resultados considerados significantes.

Os resultados da análise dos dados de campo, sem transformação de dados e apenas com os resultados percentuais encontram-se na Tabela 13, onde pode ser observado que o cultivar CD 202 apresentou elevada taxa deste tipo de mortalidade (pré-emergência), independente do fator densidade do solo. Tal resultado demonstra que a incidência da doença para esse cultivar (CD 202), não dependeu apenas da compactação do solo, mas também de outros fatores que não foram isolados no experimento. O número de plântulas emergidas para o cultivar CD 201 indica que o fungo não destruiu as sementes, não caracterizando o “damping-off” de pré-emergência. É possível que o índice de velocidade de emergência apresentado pelo

cultivar CD 202 seja um dos fatores responsáveis para os resultados obtidos. O maior tempo da semente no solo pode ter facilitado o contato entre o fungo e a semente, favorecendo a infecção.

Em relação ao cultivar CD 201 pode ser verificado que o percentual de “damping-off” de pré-emergência na área compactada foi bem superior ao da área não compactada, apesar de estatisticamente não haver significância da interação entre os fatores. A comparação dos valores numéricos de morte em pré-emergência entre os cultivares dentro da área compactada demonstrou que o cultivar CD 202 apresentou uma incidência deste tipo de doença 498,86% maior que o CD 201.

A comparação entre as áreas, em relação ao número total de mortes de pré-emergência, demonstrou que a área compactada apresentou um percentual 124,45% superior ao da área não compactada.

Tabela 13. Valores percentuais de mortes em pré-emergência e pós-emergência de dois cultivares de soja, em dois experimentos.

EXPERIMENTO	CULTIVARES		TOTAL NA ÁREA EXPERIMENTAL
	Coodetec 201	Coodetec 202	
Área compactada			
“Damping off” de pré-emergência	14,30	85,69	44,69
“Damping off” de pós-emergência	68,00	32,00	3,18
Área não compactada			
“Damping off de pré-emergência”	2,19	97,81	19,91
Damping off de pós-emergência	1,41	1,55	1,44

Na área sem compactação adicional o percentual médio total de morte em pré-emergência obtido foi 19,91%. Destes, o percentual médio correspondente ao “damping-off” de pré-emergência no cultivar CD 201 foi de apenas 2,19%, enquanto que para o CD 202 foi de 97,81%. Entre os resultados percentuais obtidos por cada cultivar dentro do local, observa-se que a média apresentada pelo cultivar CD 202 corresponde a 44,66 vezes o valor do percentual médio obtido pelo CD 201. Analisando os resultados de cada cultivar para os dois locais, verifica-se que a média encontrada para o cultivar CD 201 variou de 14,30 para 2,19% da área com compactação adicional, para a área não compactada, respectivamente, resultando em uma diferença de 12,11% entre os percentuais médios da incidência da doença entre os locais. Em relação ao cultivar CD 202, a diferença entre os percentuais

médios da incidência das doenças, entre os dois locais do experimento foi de 12,12%. Esse resultado é semelhante ao apresentado pelo cultivar CD 201.

Comparando-se os resultados numéricos obtidos pelos dois cultivares, podemos concluir que o cultivar CD 201, apesar de apresentar um aumento na incidência da doença com o incremento da densidade do solo, foi mais tolerante à expressão da doença do que o cultivar CD 202. Segundo Embrapa (2004a), o cultivar CD 201 é considerado mais tolerante e o CD 202 mais sensível aos problemas ocasionados pela má drenagem que ocorre em solos rasos ou compactados.

Em relação à incidência da morte em pós-emergência (“damping-off” de pós-emergência) os resultados encontrados para cada cultivar no local do experimento com compactação adicional, em relação ao número total de plântulas tombadas, apresentam percentuais médios referentes de 68% para o cultivar CD 201 e 32% para o cultivar CD 202. Esses valores necessariamente não indicam uma maior suscetibilidade do cultivar CD 201 à doença, visto que o número de plantas emergidas foi bastante superior ao do cultivar CD 202. Comparando os resultados percentuais de morte por tombamento na área sem compactação adicional os valores apresentados são 1,41 e 1,55% para os cultivares CD 201 e 202, respectivamente. Provavelmente, o número de plântulas tombadas em relação ao cultivar CD 202, não foi maior devido à baixa emergência apresentada pelo cultivar CD 201. Como o cultivar CD 202 apresentou um estande menor quando comparado ao CD 201, os resultados encontrados não igualaram o número de plantas da população final da cultura. Assim, a população final de plantas do cultivar CD 201 foi superior ao cultivar CD 202 nos dois locais do experimento, devido à grande redução de estande sofrida pelo segundo cultivar e que foi ocasionada pelo percentual de ocorrência da morte em pré-emergência.

A análise dos resultados obtidos dentro de cada local, em relação à incidência de morte em pré-emergência apresenta resultados percentuais de 44,69% para o local com compactação adicional e de 19,91% para o local sem compactação adicional. Em relação ao “damping-off” de pós-emergência, os resultados obtidos apontam percentuais de 3,18 e 1,44%, para o local com compactação adicional e não compactado, respectivamente.

Na tabela 14, são observados (em resultados numéricos, sem transformação) os valores correspondentes às mortes de embrião, radicular, de semente e radicular e de embrião, na pré-emergência.

Tabela 14. Valores numéricos de mortes ocorridas em pré-emergência em dois cultivares de soja, sob duas densidades de solo.

EXPERIMENTO	CULTIVARES		TOTAL ÁREA
	Coodetec 201	Coodetec 202	
Área não compactada			
Morte embrião	0	0	0
Morte radicular	0	14	14
Podridão de semente	0	0	0
Morte radicular/embrião	0	10	10
TOTAL	0	24	24
Área compactada			
Morte embrião	0	14	14
Morte radicular	9	14	23
Podridão de semente	0	0	0
Morte radicular/embrião	14	18	32
TOTAL	23	46	69

Analisando os dados apresentados na tabela acima, observa-se que na área compactada houve um incremento de 187,5% de mortes em pré-emergência quando relacionada com a área não compactada. Na área compactada, o cultivar CD 201 não apresentou morte de embrião, enquanto no cultivar CD 202 ocorreram 14 mortes. Esse mesmo cultivar apresentou uma incidência 55,55% de morte radicular e 28,57% de morte radicular e de embrião simultâneas, superiores ao cultivar CD 201, respectivamente. Nessa área, os dois cultivares não apresentaram mortes por podridão de sementes. Na área não compactada o cultivar CD 201 não apresentou nenhum tipo de morte em pré-emergência, enquanto o cultivar CD 202 apresentou 14 mortes radiculares e 10 de embrião e raiz.

Comparando a ocorrência de mortes em pré-emergência dos cultivares dentro dos locais do experimento, verifica-se que o cultivar CD 202 apresentou um incremento de 91,66% de mortes na área compactada em relação à área não compactada. Embora a análise de variância, devido ao seu rigor, não tenha denotado diferença significativa entre os fatores da interação, os resultados numéricos devem receber atenção, pois são importantes quando avaliados

economicamente, devido à interferência na produtividade. Como pode ser observado na Tabela 15, o cultivar CD 201 apresentou redução na produção na área compactada, o que ocorreu devido a redução de estande associado ao “damping – off” (pré e pós-emergência) causado por *R. solani*.

Tabela 15. Dados referentes à influência dos fatores densidade do solo e estande na redução da produtividade do cultivar CD na área compactada.

DS (Mg m ⁻³)	Produção (kg/ha)	PC (kg/ha)	RP (kg/ha)	RP (%)	RPS (kg/ha)	RPE (%)	RPC (kg/ha)	RPC (%)
1,45	3.951,45	4.469,06	3.086,7	44	517,61	16,4	2.569,09	83,6
1,37	7.038,15	----	----	----	----	----	----	----

DS= densidade do solo; PC = produção corrigida estimada considerando-se o estande da área sem compactação adicional; RP= redução na produção; RPE= redução na produção devido ao estande ; RPC= redução na produção devido à compactação.

4.4 ALTURA DAS PLANTAS E ALTURA DE INSERÇÃO DA PRIMEIRA VAGEM

A análise de variância dos dados referentes à altura das plantas e altura de inserção da primeira vagem (Tabela 16) evidencia que não houve diferenças significativas para os atributos analisados. Os valores estatísticos descritivos podem ser observados na Tabela 17.

Tabela 16. Resumo da análise de variância das características altura das plantas e altura de inserção da primeira vagem de dois cultivares de soja, sob duas densidades de solo.

CV	GL	Quadrados Médios	
		Altura Final da Planta	HIPV
Bloco (Experimento)	6	82,406	1,448
Cultivar	1	38,282 ns	3,781 ns
Experimento	1	331,532 ns	0,031 ns
Cultivar X Experimento	1	57,781 ns	0,082 ns
Resíduo	22	88,690	3,440
Total	31	598,691	8,782
Média		57,656	9,281
C.V. (%)		16,33	19,983

Significativo em nível de 5 % de probabilidade, * significativo em nível de 1% de probabilidade pelo Teste F e ns - não significativo. HIPV = altura de inserção da primeira vagem.

Tabela 17. Valores estatísticos descritivos das características altura das plantas e altura da inserção da primeira vagem, de dois cultivares, sob duas densidades do solo.

Característica	n	Média*	Mínimo*	Máximo*	Amplitude*	CV (%)
Altura da Planta (cm)	32	57,656	39	72	33	14,705
HIPV (cm)	32	9,281	8	15	7	19,983

n= número total de observações; HIPV= altura de inserção da primeira vagem; CV= coeficiente de variação.

Os cultivares apresentaram o mesmo comportamento tanto para os tratamentos como para a interação, evidenciando que o nível de compactação adicional utilizado não foi suficiente para reduzir a altura das plantas e da inserção da primeira vagem. Esses resultados concordam com as respostas encontradas por Rosolem et al. (1994) e Silva et al. (2006), que em trabalho para avaliação do desenvolvimento da parte aérea de soja, milho, algodão e *Brachiaria brizantha*, em quatro graus de compactação, verificaram que a altura da soja não foi afetada pelo aumento das densidades até 1,5 Mg m⁻³. No entanto, Santi et al. (2003), em trabalho com feijoeiro, encontraram plantas com menor estatura, no tratamento que recebeu compactação adicional imediata. Os autores concluíram que a compactação induzida afetou os mecanismos de crescimento e desenvolvimento das plantas.

No desenvolvimento da soja, a disponibilidade de água é importante, principalmente nos períodos da germinação-emergência e da floração-enchimento dos grãos. Assim, a oferta adequada de água durante o período vegetativo das plantas pode ter contribuído para o resultado obtido no presente trabalho, já que o déficit de água nesse período pode ocasionar a redução do crescimento das plantas (ARF et al., 2004). Beutler & Centurion (2004) encontraram redução na altura das plantas de soja, apenas no menor nível de umidade, em vasos compactados artificialmente. Lopes (1999) também observou que as plantas de soja, em solo compactado, se apresentaram mais altas na área com elevado teor de água. Rosolem (1995) afirma que, à medida que a planta se aproxima do estágio reprodutivo, em ambiente propício, a tendência é de todas as plantas se igualarem, pois a conformação final da planta é determinada geneticamente.

Dentre os parâmetros que influenciam para uma boa colheita mecânica está a altura de inserção da primeira vagem, sendo responsável pela significativa percentagem de perdas na mesma. Oliva et al (sem data) trabalhando com o cultivar de soja IAC-19, em sistema plantio direto e convencional, verificaram que este parâmetro não respondeu aos efeitos do manejo do solo. Os resultados obtidos evidenciam que a altura das plantas e a altura de inserção da primeira vagem não foram dependentes da compactação adicional do solo.

4.5 UMIDADE E PESO DA MASSA SECA DA PARTE AÉREA

Os dados de produção de matéria seca da parte aérea da soja e de umidade, em função dos tratamentos de compactação do solo e cultivares foram submetidos à análise de variância (Tabela 18). Não foram constatados efeitos significativos para os tratamentos principais nem para a interação entre os tratamentos.

Avaliando-se o comportamento de cada cultivar de soja dentro de cada nível de densidade do solo verifica-se que na densidade de $1,45 \text{ Mg m}^{-3}$ não ocorreu diferenças significativas na produção de matéria seca da parte aérea e na umidade dos dois cultivares estudados.

Tabela 18. Resumo da análise de variância para as características de umidade e peso da massa seca da parte aérea das plantas de dois cultivares de soja, sob duas densidades de solo.

CV	GL	Quadrados Médios	
		Umidade (%)	MSPA (g)
Bloco (Experimento)	6	0,177	0,266
Cultivar	1	0,345 ns	0,001 ns
Experimento	1	0,111 ns	0,126 ns
Cultivar X Experimento	1	0,258 ns	0,267 ns
Resíduo	22	0,195	0,173
Total	31	1,086	0,833
Média		9,315	2,345
C.V. (%)		4,71	17,74

* Significativo em nível de 5 % de probabilidade, ** significativo em nível de 1% de probabilidade pelo Teste F e ns - não significativo. MSPA = massa seca da parte aérea das plantas

Na comparação entre as médias (Tabela 21) apresentada pelos cultivares, observa-se que o cultivar CD 201 apresentou peso médio de matéria seca 8,39% superior ao apresentado pelo cultivar CD 202 para a área com compactação adicional.

Tabela 19. Peso médio da matéria seca da parte aérea (g) dos cultivares de soja, em função dos níveis de densidade do solo.

Densidade do solo (Mg m ⁻³)	Cultivar	
	Coodetec 201	Coodetec 202
1,45	2,505 a	2,311 a
1,37	2,196 a	2,368 a

* Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Na Tabela 20 estão relacionados os valores descritivos dos valores numéricos de máximo e mínimo para os dois parâmetros analisados.

Tabela 20. Valores estatísticos descritivos para umidade (%) e para peso da massa seca da parte aérea (g).

Característica	n	Média*	Mínimo*	Máximo*	Amplitude*	CV (%)
Umidade (%)	32	9,315	8,680	10,60	1,920	4,71
PMSPA	32	2,345	0,649	4,494	3,845	17,74

n= número total de observações; PMSPA= matéria seca da parte aérea; CV= coeficiente de variação;

Os resultados obtidos em relação ao peso da massa seca da parte aérea concordam parcialmente com os obtidos por Borges et al. (1988), que em trabalho com cinco variedades de soja, concluíram que o efeito da compactação na produção da parte aérea pode ser afetado pela variedade. Esses autores verificaram produção decrescente para duas variedades a partir do nível zero de compactação e as outras três variedades apresentavam comportamento quadrático quando o solo era compactado.

Fernandez et al. (1995) verificaram que densidades de solo até $1,72 \text{ Mg m}^{-3}$ não afetaram o desenvolvimento da parte aérea da soja. Os resultados obtidos também estão em concordância com os encontrados por Silva & Rosolem (2001a) que trabalhando com três níveis de densidade do solo; 1,12; 1,36 e $1,60 \text{ Mg m}^{-3}$, verificaram que a produção de matéria seca da parte aérea da soja não foi afetada pela compactação. Cintra & Mielniczuck (1983), além de não verificarem redução, obtiveram maior produção de matéria seca perante uma pequena compactação.

Foloni et al. (2006), Silva & Rosolem (2001a) e Rosolem et al. (1994) trabalhando em condições controladas, como foi feito parcialmente no presente trabalho em relação à oferta de água, obtiveram resultados em que o aumento de impedância mecânica do solo em camadas subsuperficiais não foi limitante ao crescimento aéreo da maioria das espécies estudadas, devido à alta oferta de água e nutrientes no volume de solo acima da camada compactada. Para os primeiros autores, se fossem consideradas condições de campo, onde períodos de escassez de chuva são comuns no decorrer do cultivo das culturas, o aumento da impedância do solo em subsuperfície poderia ter sido mais prejudicial ao crescimento aéreo soja.

No entanto, os resultados confrontam com os obtidos em estudos por Queiroz-Voltan et al. (2000) e por Silva et al. (2006) que indicaram o

comprometimento do desenvolvimento da parte aérea e da altura das plantas com o aumento da densidade do solo.

Uma explicação possível para o resultado obtido para o cultivar CD 202 neste trabalho é que apesar do mesmo ter apresentado resultados inferiores nas características índice de velocidade de emergência e percentual de emergência aos obtidos pelo cultivar CD 201, houve (devido à redução do estande) menor competição entre plantas por nutrientes e luminosidade. Esses fatos podem ter contribuído para o bom desenvolvimento aéreo do cultivar. Os resultados indicam que o nível de densidade de solo estabelecido artificialmente não foi suficiente para impor ao solo condições limitantes para o desenvolvimento da parte aérea das plantas.

O efeito da compactação na produção vegetal tem sido relatado por diversos pesquisadores, mas ainda existem muitas divergências. Alguns têm observado que uma pequena compactação pode ser benéfica e provocar aumento no crescimento da parte aérea, enquanto outros têm encontrado que o efeito da compactação na parte aérea da planta é depressivo em todos os seus níveis, a partir da condição natural (BORGES et al., 2000). Secco et al. (2000) afirmam ser difícil determinar se o estado da compactação é crítico ou não, daí a necessidade de buscar maiores informações e correlacioná-las com o desenvolvimento das culturas.

4.7 PESO DE 100 GRÃOS E PRODUTIVIDADE

Os resultados encontrados para os atributos peso de 100 grãos e produtividade das plantas encontram-se nas Tabelas 21 e 22 (para o desdobramento).

Tabela 21. Resumo da análise de variância dos atributos: peso de 100 grãos (g) e produtividade final dos cultivares de soja, sob dois níveis de densidade do solo.

CV	GL	Quadrados Médios	
		Peso 100 grãos	Produtividade (Kg h ⁻¹)
Bloco (Experimento)	6	0,335	173.054,835
Cultivar	1	0,871 ns	5.874.392,288*
Experimento	1	0,046 ns	309.836,475 ns
Cultivar X Experimento	1	0,042 ns	1.288.622,212*
Resíduo	22	0,336	173.585,496
Total	31	1,63	7.818.491,306
Média		9,849	3420,694
C.V. (%)		6,109	12,18

* Significativo em nível de 5 % de probabilidade, ** significativo em nível de 1% de probabilidade pelo Teste F e ns - não significativo.

Tabela 22. Resultados do desdobramento da interação entre experimento e cultivares, na produtividade final de soja (kg ha⁻¹) em duas densidades de solo.

CV	GL	Quadrados Médios
Bloco (Experimento)	6	173.054,835
Cultivar	1	5.874.392,288
Local * Cultivar CD 201	1	167.444,600 ns
Local * Cultivar CD 202	1	1.431.014,100**
Resíduo	22	173.585,496
Total	31	7.818.491,306

** Significativo em nível de 1% de probabilidade, pelo teste F; *Significativo em nível de 5% de probabilidade, pelo teste F; ns - não significativo.
Cultivares= (CD 201 e CD 202); Experimentos = (C0 e C1).

Pela análise da variância, apenas o cultivar CD 202 foi significativamente influenciado pelo fator densidade do solo (Tabela 22). Verifica-se que o rendimento médio geral de grãos da cultura da soja (considerando-se ambos os cultivares indistintamente) foi maior na área sem compactação adicional, com produtividade 5,59% maior quando relacionada com a média geral obtida na área com compactação adicional. Os resultados do desdobramento da interação apresentaram diferença significativa ao nível de 5% de probabilidade, para a interação entre local do experimento e cultivar CD 202.

Os cultivares apresentaram comportamentos diferentes dentro de cada local do experimento, sendo que o cultivar CD 201 apresentou produção superior ao CD 202 nos dois locais (Tabela 23). Observando a produtividade média para os cultivares dentro da área compactada, verifica-se que o cultivar CD 201 apresentou

rendimento 46,72% superior ao cultivar CD 202. Na área não compactada o rendimento dos cultivares não apresentou amplitude tão elevada, onde o percentual do rendimento do cultivar CD 201 foi 13,84% superior ao do cultivar CD 202.

Os resultados do cultivar CD 202 foram significativamente diferentes dentro de cada local do experimento. Na comparação de médias, pôde ser verificado que a produtividade na área compactada foi 22,21% inferior à produtividade obtida na área não compactada. Nesse caso, a compactação adicional promovida no solo, aliada à redução do estande devido à baixa emergência de plântulas, podem ter ocasionado decréscimo da produtividade.

Em relação ao cultivar CD 201 não foi verificada a interferência da compactação do solo nos resultados obtidos, pois seus resultados de rendimento foram semelhantes para as duas densidades do solo. Houve um pequeno incremento (5,46%) na produtividade obtida na área compactada em relação à não compactada, o que pode indicar que o nível de compactação instalado não foi crítico para o desenvolvimento das plantas.

Tabela 23. Comparação de médias para a produtividade (Kg ha^{-1}) de dois cultivares de soja, sob dois níveis de densidade do solo, pelo teste de Tukey a 5%.

Densidade do Solo (Mg m^{-3})	Cultivar	Produtividade (kg ha^{-1})
1,45	CD 201	3.951,45 aA
1,45	CD 202	2.693,18 bB
1,37	CD 201	3.746,85 aA
1,37	CD 202	3.291,30 bB
DMS (5%) = 432,334		
DMS (1%) = 582,739		
Cultivar	Densidade do Solo (Mg m^{-3})	Produtividade (kg ha^{-1})
CD 201	1,45	3.951,45 aA
CD 201	1,37	3.746,85 aA
CD 202	1,45	2.693,18 aA
CD 202	1,37	3.291,30 aB

Médias seguidas da mesma letra minúscula na vertical, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade; médias seguidas da mesma letra maiúscula na vertical, não diferem significativamente entre si, pelo teste Tukey a 1% de probabilidade.

Cardoso et al. (2006) trabalhando com dois cultivares de soja e duas densidades de solo (1,17 e 1,38 Mg m⁻³) em Latossolo Vermelho distroférico não obtiveram diferença entre os tratamentos para a produção de grãos. Os autores atribuíram esse resultado à disponibilidade hídrica adequada. Os resultados obtidos para o cultivar CD 201 neste trabalho estão de acordo com os encontrados por Secco et al. (2004), que trabalhando com Latossolo Vermelho distroférico e densidade 1,51 Mg m⁻³, na camada até 0,20 m, não verificaram comprometimento no rendimento dos grãos de soja.

Também Camara & Klein (2005), em estudos sobre propriedades físico-hídricas do solo e rendimento de soja, não constataram diferença significativa no rendimento, resultado que atribuíram à precipitação pluvial durante o ciclo da cultura, que contribuiu para manter a umidade do solo nas condições ideais, minimizando o efeito da compactação. Para Domzal & Slowinska-Jurkiewicz (1987), o déficit hídrico nos estágios fenológicos críticos possibilita a redução na produtividade das culturas. Neste trabalho, como a cultura foi mantida sob irrigação, para compensar as perdas por evapotranspiração, não sofreu esse estresse hídrico, o que pode explicar a ausência de interferência da compactação do solo na produtividade obtida.

Em relação ao peso de 100 grãos, a análise de variância conjunta mostrou que embora essa característica não tenha sofrido influência da densidade do solo, os valores médios obtidos estão abaixo das médias encontradas para os cultivares em condições normais de cultivo, o que pode se dever ao fato de não ter havido a adubação nitrogenada de cobertura.

Comparando os resultados de médias (Tabela 24) com as características de cada cultivar, pode ser observado que tanto o cultivar CD 201 quanto o cultivar CD 202 apresentam médias inferiores às previstas em condição de lavoura para o peso de 100 grãos. Para o cultivar CD 201, os resultados em percentuais foram 24,95 % e 24,66% , para a área compactada e não compactada, respectivamente, inferiores ao estimado. Para o cultivar CD 202, os percentuais foram 23,72 e 23,43% , para a área não compactada e compactada, respectivamente, inferiores ao estimado.

Tabela 24. Comparação de médias para o peso de 100 grãos (g) de dois cultivares de soja, sob dois níveis de densidade do solo.

Densidade (Mg m ⁻³)	Peso de 100 grãos (g)	
	Coodetec 201	Coodetec 202
1,45	9,306 a	9,747 a
1,37	9,341 a	9,560 a

* Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Os resultados médios apontam que o cultivar CD 202 apresentou percentuais 4,74 e 2,29 % superiores às médias obtidas pelo cultivar CD 201, na área compactada e não compactada, respectivamente. No entanto, esse resultado não se confirmou na produtividade fina, provavelmente devido ao menor número de plantas apresentado por este cultivar. Na Tabela 25 consta o valor de máximo e mínimo encontrado nos dados amostrais.

Tabela 25. Valores estatísticos descritivos de peso de 100 grãos (g) e de produtividade (Kg ha⁻¹) de dois cultivares de soja, sob duas densidades do solo.

Característica	n	Média*	Mínimo*	Máximo*	Amplitude*	CV (%)
Peso de 100 Grãos	32	9,489	8,070	10,610	2,54	4,71
Produtividade	32	2,345	1,645	3,345	1,70	17,74

n= número total de observações; CV= coeficiente de variação.

Os resultados contraditórios encontrados em trabalhos que relacionam compactação e produtividade impedem que exista consenso entre os autores sobre o nível crítico da densidade do solo, valor acima do qual o solo é considerado compactado (GOEDERT et al., 2002).

Os resultados obtidos evidenciam que o comportamento das culturas é variável, e que apenas a compactação do solo não atua sobre ele, mas também outros fatores, como a condição climática do ano agrícola, disponibilidade hídrica, tipo de solo, manejo e cultivares, nível de fertilidade e estado sanitário da cultura como afirmam Pauletti et al. (2003).

Anexo 1. Resumo da análise de variância das características das plantas de soja, avaliadas em dois experimentos (C0 e C1) com diferentes densidades de solo.

CV	GL	Quadrados				Médios			
		MSPA (g)	Altura da Planta (cm)	Altura de Inserção (cm)	Peso 100 Grãos (g)	Emergência(%)	Umidade(%)	Produção (Kg ha ⁻¹)	IVE (dias)
Blocos	6	0,266	82,406	1,448	0,335	31,998	0,177	173.054,835	0,104
Cultivar	1	0,001 ^{ns}	38,282 ^{ns}	3,781 ^{ns}	0,871 ^{ns}	25.727,626*	0,345 ^{ns}	5.874.392,288*	18,895 ^{ns}
Local	1	0,126 ^{ns}	331,532 ^{ns}	0,031 ^{ns}	0,046 ^{ns}	346,448 ^{ns}	0,111 ^{ns}	309.836,475 ^{ns}	1,308 ^{ns}
Cul* Exp	1	0,267 ^{ns}	57,781 ^{ns}	0,281 ^{ns}	0,042 ^{ns}	68,235 ^{ns}	0,258 ^{ns}	1.288.622,212*	0,949**
Resíduo	22	0,173	88,690	3,440	0,336	74,450	0,195	173.585,496	0,079
Total	31	0,833	598,691	8,981	1,630	26.248,757	1,086	7.818.491,306	21,335
Média		2,345	57,656	9,281	9,489	48,842	9,315	3.420,694	6,291
CV (%)		17,74	16,33	19,983	6,109	17,666	4,71	12,18	4,468

* Significativo em nível de 5 % de probabilidade, ** significativo em nível de 1% de probabilidade pelo Teste F e ns - não significativo.

IVE = Índice de Velocidade de Emergência; MSPA= massa seca da parte aérea.

CONCLUSÕES

- Os valores de densidade do solo, porosidade total e macroporosidade foram afetados pela compactação adicional, sendo que a densidade do solo (Ds) foi incrementada e a porosidade total (Pt) e a macroporosidade (Ma) foram reduzidas na camada de 0-0,10 m de profundidade.

- Na camada de 0-0,10, com o aumento da densidade do solo, a relação entre a densidade do solo (Ds) e volume de microporos (Mi) foi direta e entre a Ds e volume de macroporos (Macro) foi inversa.

- Maiores valores de densidade e de microporosidade e menores valores de macroporosidade e porosidade total não determinaram necessariamente redução nos parâmetros estudados, indicando um desenvolvimento similar das plantas da soja.

- Em termos de índice de velocidade de emergência, somente o cultivar CD 202 mostrou-se sensível ao aumento da densidade do solo.

- Os dois cultivares de soja apresentaram comportamento semelhante em relação à emergência, sob os dois níveis de densidade do solo.

- Estatisticamente não foi observada influência da compactação do solo na incidência de *R. solani*.

- Como o nível de densidade do solo da área compactada não foi restritivo ao desenvolvimento da maioria das características avaliadas das plantas, provavelmente também não foi suficiente para promover o incremento da incidência de *R. solani*.

- É necessário o aprofundamento dos estudos sobre a interação entre densidade do solo e incidência da *R. solani*

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBUQUERQUE, A.; BAYER, C.; ERNANI, P.R.; MAFRA, A.L.; FONTANA, E.C. Aplicação de calcário e fósforo e estabilidade da estrutura de um solo ácido. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.27, n.5, p.799-806, 2003.

ALLMARAS, R.R.; KRAFT, J.M.; MILLER, D.E. Effects of soil compaction and incorporated crop residue on root health. **Annual Review of Phytopathology**, Palo Alto, v.26, p.219-243, 1988.

ALMEIDA, A.M.R. Observação da resistência parcial a *Septoria glycines* em soja. **Fitopatologia Brasileira**, v.26, n.2, p.214-216, 2001.

ALMEIDA, A.M.R.; FERREIRA, L. P.; YORINORI, J. T.; SILVA, J.F.V.; HENNING, A.A. Doenças da soja. In: KIMATI, H.; AMORIM, L.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L.E.A.; RESENDE, J.A.M (Ed) **Manual de Fitopatologia: doenças de plantas cultivadas**. São Paulo: Agronômica Ceres, v. 2, p.642-664, 1997.

ALVARENGA, R.C.; CRUZ, J.C.; NOVOTNY, E.H. **Cultivo do milho- preparo convencional**. Embrapa. Comunicado Técnico (40), Sete Lagoas, 2002. 4p.

ALVES, M.C. **Sistemas de rotação de culturas com plantio direto em Latossolo Roxo**: efeito nas propriedades físicas e químicas. 1992. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiróz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1992.

ALVES, B.R.J.; BODDEY, R.M.; URQUIAGA, S. The success of BNF in soybean in Brazil. **Plant and Soil**, v. 252, p.1-9, 2002.

ALVES, M.C.; SUZUKI, L.E.A.S. Influência de diferentes sistemas de manejo do solo na recuperação de suas propriedades físicas. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v.26, n.1, p.27-34, 2004.

ALVES, V.G.; ANDRADE, M.J.B de.; CORRÊA, J.B.D.; MORAES, A.R de.; SILVA, M.V da. Comportamento de genótipos de feijoeiro em Latossolo Vermelho distroférrico típico com diferentes graus de compactação. **Ciência Agrotecnologia**, Lavras, v.27, p.36-43, 2003.

ANKENY, M.D.; KASPAR, T.C.; HORTON, R. Characterization of tillage and traffic effects on unconfined infiltration measurements. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v.54, p.837 -840, 1990.

ANDRADE, M.J.B. **Clima e Solo**. In: VIEIRA, C.; PAULA JÚNIOR, T. J.; BORÉN, A. **Feijão**: aspectos gerais e cultura no Estado de Minas Gerais. Viçosa: UFV, 1998. p. 83-97.

ARAÚJO, A.G. **Estimativa e classificação da compactação do solo pelo tráfego de máquinas agrícolas através da modelagem nebulosa**. Tese (Doutorado em Engenharia Elétrica). Escola Politécnica - Universidade de São Paulo / USP, São Paulo, 2004.241 p.

ARAÚJO, A.G.; CASÃO JR, R.; MEDEIROS, G. B.; CASTRO FILHO, C. ; DORETTO, M.; BERTÉ, A.; CAVIGLIONE, J.H.; FIGUEIREDO, P.R.A. Identificação das restrições para expansão do plantio direto na região da represa de Itaipu. In: ENCONTRO LATINO-AMERICANO SOBRE PLANTIO DIRETO NA PEQUENA PROPRIEDADE, 3, 1998, Pato Branco. **Anais...** Pato Branco: Instituto Agrônômico do Paraná, 1998. CD-ROM.

ARF, O.; RODRIGUES, R.A.F.; SÁ, M. E de.; BUZETTI, S.; NASCIMENTO, V do. Manejo do solo, água e nitrogênio no cultivo do feijão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.39, n.2, p.131-138, 2004.

ARSHAD, M.A.; LOWERY, B.; GROSSMAN, B. Physical tests for monitoring soil quality. In: DORAN, J.W.; JONES, A.J. (Ed.). **Methods for assessing soil quality**. Madison: Soil Science Society of América, 1996. p.123-142. (SSSA Special publication, 49).

BALARDIM, R. S. Livre das doenças - Doenças da Soja. **Revista Cultivar - Especial**, Pelotas, n. 59, 2004, 12 p.

BALARDIM, R. S.; MENEGHETTI, R.C.; DALLAGNOL, L.J. Doenças fúngicas, da haste e foliares. **Revista Plantio Direto**, Passo Fundo, ed. 85, Aldeia Norte Editora, 2005.

BEUTLER, A.N.; CENTURION, J.F. Efeito do conteúdo da água e da compactação do solo na produção de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.38, p.849-856, 2003.

BEUTLER, A. N.; CENTURION, J.F. Compactação do solo no desenvolvimento radicular e na produtividade da soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.39, n.6, p.581-588, 2004.

BEUTLER, A.N.; CENTURION, J.F.; ROQUE, C.G.; FERRAZ, M.V. Densidade relativa ótima de latossolos e produtividade de soja. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.29, n. 6, p. 843- 849, 2005.

BELTRAME, L.F.S.; TAYLOR, J.C. Causas e efeitos da compactação do solo. **Lavoura Arrozeira**, Porto Alegre, p.59-62, 1980.

BENNIE, A.T. P. Growth and mechanical impedance. In: WAISEL, Y.; ESHEL, A.; KAFKAFI, U. **Plants roots**. 2nd ed. New York: M. Dekker, 1996. p. 453-470.

BERNI, R. F.; SILVEIRA, P.M da.; COSTA, J.L da S. Influência do preparo de solo e da rotação de culturas na severidade de podridões radiculares no feijoeiro comum. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.32, n.2, p.69-74, 2002.

BIANCHINI, A. Ocorrência e controle de doenças: cultura da soja. In: IAPAR. **Plantio direto no Estado do Paraná**. Londrina: IAPAR, 1981. p. 178-182. (Circular Técnica, 23).

BLACK, B.D.; GRIFFIN, J.L.; RUSSIN, J.S.; SNOW, J.P. Weed host for *Rhizoctonia solani*; causal agen for *Rhizotocnia* foliar blight of soybean (*Glycine max*). **Weed Technol**, v.10, p.865-869, 1996.

BLAKE, G.R. & HARTGE, K.H. Bulk density. In: KLUTE, A. (Ed) **Methods of soil analysis: physical and mineralogical methods**. 2 ed. Madison: America Society of Agronomy, cap.13, p.363-375,1986.

BLUM, M.M.C. **Pyrenophora avena: ocorrência, patogenicidade e sobrevivência**. In: ZAMBOLIM, L.; CASA, R. T.; REIS, E.M. Sistema plantio direto e doenças em plantas. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.25, n. 4, 2000.

BOCKUS, W.W & SHROYER, J.P. **The impact of reduced tillage on soilborne plant pathogens**. In: BERNI, R. F.; SILVEIRA, P.M da.; COSTA, J.L da S. Influência do preparo de solo e da rotação de culturas na severidade de podridões radiculares no feijoeiro comum. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.32, n.2, p.69-74, 2002.

BODMAN, G.B & CONSTATIN, G.K. Influence of particle size distribution jin soil compaction. **Hilgadis**, v.36, p. 567-591, 1966.

BOLKAN, H.A & RIBEIRO, W.R.C. Anastomisis groups and pathogenicity of *Rhizoctonia solani* isolates from Brasil. **Plant Disease**, St. Paul, v. 69, p.599-601,1985.

BONINI, A. K. **Compactação de um Latossolo Vermelho sob sistema de plantio direto e rendimento de trigo, soja e milho.** Cascavel, 2006. 104p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, 2006.

BORGES, E.N.; NOVAIS, R.F.; REGAZZI, A.J.; FERNANDES, B.; BARROS, N.F. Respostas das variedades de soja à compactação de camadas de solo. **Revista Ceres**, Viçosa, v.35, n.2, p. 553-568, 1988.

BORGES, E.N.; LOMBARDI NETO, F.; CORRÊA, G.F.; BORGES, E.V.S. Alterações físicas introduzidas por diferentes níveis de compactação em Latossolo Vermelho-Escuro textura média. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.39, n.6, p.575-580, 1999.

BORGES, E.V.S.; NETO, F.L.; LOMBARDI, M.L.C.O.; BORGES, E.N. Crescimento aéreo e radicular da soja em solos compactados e inoculados com estirpes de *Bradyrhizobium japonicum*. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.24, p. 1-9, 2000.

BOTELHO, S.A.; RAVA, C.A.; LEANDRO, W.M.; COSTA, J.L da. Supressividade natural de solos na região Centro-Oeste a *Rhizoctonia solani* Kuhn. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 31, n.2, p. 105-110, 2001.

BUZETO, A.L. **Caracterização e patogenicidade de grupos de anastomose de *Rhizoctonia* spp. associados à hortaliças.** Dissertação (Mestrado em Concentração – Proteção de Plantas). Universidade Estadual de São Paulo “Júlio Mesquita” – UNESP, Botucatu, 2001. 82p.

CAMARA, R. K & KLEIN, V.A. Propriedades físico – hídricas do solo sob plantio direto escarificado e rendimento da soja. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.35, n.4, p.813-819, 2005.

CAMARGO, O. A. **Compactação do solo e desenvolvimento de plantas.** Fundação Cargill, Campinas, 44p, 1983.

CAMARGO, O.A.; ALLEONI, L.R.F. **Compactação do solo e o desenvolvimento das plantas.** Piracicaba: USP/ ESALQ, 1997. 132 p.

CAMPBELL, D. J. & O' SULLIVAN, M.F. The cone penetrometer in relation to trafficability compaction and tillage. In: ARAÚJO, A.G. **Estimativa e classificação da compactação do solo pelo tráfego de máquinas agrícolas através da modelagem nebulosa.** Tese (Doutorado em Engenharia Elétrica). Escola Politécnica- Universidade de São Paulo / USP, São Paulo, 2004.241 p.

CARDOSO, J. E. Controle de patógenos de solo na cultura do feijão. In: Seminário sobre pragas e doenças do feijoeiro, 4., Campinas, SP. **Anais...**Campinas: SEAB, 1991. p. 45-50.

CARDOSO, J.E. Podridão cinzenta do caule. In: SARTORATO, A. & RAVA, C.A. **Principais doenças do feijoeiro comum e seu controle.** Brasília: Embrapa, 1994. p. 143-150.

CARDOSO, J.E., C.A. RAVA & A. SARTORATO. 1996. **Doenças causadas por fungos de solo** In: BOTELHO, S.A.; RAVA, C.A.; LEANDRO, W.M.; COSTA, J.L da. Supressividade natural de solos na região Centro-Oeste a *Rhizoctonia solani* Kuhn. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v.31, n.2, p. 105-110, 2001.

CARDOSO, E.G.; ZOTARELLI, L.; PICCININ, J.L.; TORRES, E.; SARAIVA, O.F.; GUIMARÃES, M.F. Sistema radicular da soja em função da compactação do solo no sistema de plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.41, n.3, p.493-501, 2006.

CARLING, D.E. Grouping in *Rhizoctonia solani* by hyphal anastomosis reaction. In: Sneh, G., Jabahi-Hare, S., Neate, S. & Dijst, G. (Eds.) **Rhizoctonia species: Taxonomy, molecular biology, ecology, pathology, and disease control.** Kluwer Academic Publishers. 1996. pp. 37-47.

CARLING, D.E. Anastomosis groups and subsets of anastomosis groups of *Rhizoctonia solani*. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON *RHIZOCTONIA*, 3, Taichung, 2000, **Abstracts...**Taichung, ISR, 2000. p.14.

CARLING, D.E.; SUMNER, O.R. *Rhizoctonia*. In: SINGLETON, L.L.; MIHAIL, J.D.; RUSH, C.M. (Ed). **Methods for research on soilborne phytopathogenic fungi.** Saint Paul: American Phytopathological Society, p.157-165, 1992.

CARTER, M.R. Teemporal variability of soil macroporosity on a fine sandy loam under mouldboard ploughing and direct drilling. **Soil Tillage Research**, Amsterdam, v.12, p.35-51, 1988.

CARTER, M.R. Relative measures of soil bulk density to characterize compaction in tillage studies on fine sandy loams. **Can. J. Soil Science**, n.70, p. 425-433, 1990.

CASTRO, O.M.; VIEIRA, S.R.; MARIA, I.C. **Sistema de preparo do solo e disponibilidade de água.** In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE ÁGUA NA AGRICULTURA, 1987, Campinas. **Anais...** Campinas: Fundação Cargill, 1987. p. 27-51.

CATTELAN, A.J & VIDOR, C. Flutuações na biomassa, atividade e população microbiana do solo em função de variações ambientais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.14, p.133-142, 1990.

CENTURION, J.F.; DEMATTÊ, J.L.I. Efeitos de sistemas de manejo do solo sobre algumas propriedades físicas de um solo sob cerrado cultivado com soja. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.9, n.3, p.263-266, 1985.

CHANCELLOR, W.J. Compaction of soil by agricultural equipment. In: OLIVEIRA JÚNIOR, E.D. **Compactação do solo devido ao tráfego de carretas florestais e com dois tipos de pneus inflados A duas pressões diferentes**. Dissertação. Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" - USP. Piracicaba, 1998. 75p.

CINTRA, F.L.D.; MIELNICZUK, J. Potencial de algumas espécies vegetais para recuperação de solos com propriedades físicas degradadas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.7, p.323-7, 1983.

COELHO, F.C. **Influência da profundidade da semeadura e compressão do solo na emergência e desenvolvimento inicial da soja (*Glycine max* (L.) Merrill) cultivar UFV-1**. 1979. 71 p. Trabalho de Graduação – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.

COODETEC. Cooperativa Central de Pesquisa Agrícola. Disponível em: <http://www.coodetec.com.br/empresa.asp> > Acesso em: 14 de Julho de 2006.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. **Indicadores da Agropecuária**, Brasília, n. 4, 2006. 63 p.

CORRÊA, J.B.D.; ANDRADE, L.A.B.; DIAS JÚNIOR, M. S.; ALVES, V.G. Efeitos da compactação de três tipos de solos no rendimento de matéria seca de duas variedades de cana-de-açúcar, em condições de casa de vegetação. **STAB**, Piracicaba, v.18, p.32-34, 1999.

COSTA, J.L.S. **Controle de podridões-radiculares na cultura do feijoeiro: Eficácia da aplicação de fungicidas no sulco de plantio**. Embrapa – Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão. Documentos (118), Santo Antônio de Goiás, 2001.

COSTAMILAN, L.M. Doenças de plantas e alternativas para o controle em Plantio Direto. In: 7º ENCONTRO NACIONAL DE PLANTIO DIRETO NA PALHA. Foz do Iguaçu. **Resumo**: Foz do Iguaçu, F. Brasileira de Plantio Direto na Palha, 1999. p. 103-104.

COSTAMILAN, L.M.; LHAMBY, J.C.B.; BONATO, E.R. Sobrevivência de fungos necrotróficos em restos de cultura de soja, em sistema Plantio Direto. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.24, n.2, 1999.

COSTAMILAN, L.M & YORINORI, J. T. Efeito do sistema de plantio direto sobre algumas doenças em leguminosas na Região Sul do Brasil. **Fitopatologia Brasileira**, 24 (suplemento), p-219-220, 1999.

DE MARIA, I.C.; CASTRO, O.M.; SOUZA DIAS, H. Atributos físicos do solo e crescimento radicular de soja e Latossolo Roxo sob diferentes métodos de preparo do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.23, n.3, p. 703-709, 1999.

DIAS JÚNIOR.; M. S.; MIRANDA, E.E.V de. Comportamento da curva de compactação de cinco solos da região de Lavras (MG). **Ciência Agrotécnica**, v.24, p.337-346, 2000.

DOMZAL, H. & SLOWINSKA -JURKIEWICZ, A. Effect of tillage and weather condition on the structure and physical properties of soil and yield of winter wheat. **Soil and Tillage Research**, v.10, p.225-241, 1987.

EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. **Manual de Métodos de análise de solo**. Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 2 ed. Atual. Rio de Janeiro: EMBRAPA-CNPS, 1997, 212 p.

EMBRAPA, **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Rio de Janeiro, Centro Nacional de Pesquisa do Solo, 1999a. 412p.

EMBRAPA, **O sistema plantio direto e as doenças de soja e de feijão na região sul do Brasil**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 1999b. 9p.html.21 ilustr. (Embrapa Trigo. Documentos Online 1).Disponível: http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/p_do01.htm. >acesso em: 01 de jul. 2005.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Soja. Doenças e medidas de controle. In: **Recomendações técnicas para a cultura da soja no Paraná -1999/2000**. Londrina, 1999c. Cap. 11, p.176-210. (Documentos, 131).

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Soja. **Morte de plântulas de soja provocada pelo excesso de umidade e alta aeração do solo**. Londrina: Embrapa Soja, 2004a. 38 p. (Documentos,239).

EMBRAPA. **Tecnologias de produção de soja**. Região Central do Brasil – 2005. Londrina. Embrapa Soja: Embrapa Cerrados: Empresa Agropecuária Oeste: Fundação Meridional, 2004b. 239p.

FEHR, W.R & CAVINESS, C.E. **Stages of soybean development**. Ames: Yowa State University, Cooperative Extension Service, 1977. 11p. (Special Report, 80).

FENILLE, R.C. **Caracterização citomorfológica, cultural, molecular e patogênica de *Rhizoctonia solani* Kuhn associado à soja no Brasil**. 2001.138 p. Tese (Doutorado-Área de Concentração de Proteção de Plantas). UNESP, Botucatu, 2001.

FENILLE, A.C & SOUZA, N.L. de. Efeitos dos materiais orgânicos e da umidade na patogenicidade de *Rhizoctonia solani* Kuhn GA-4 HGI ao feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.34, n.10, p. 1959-1967, 1999.

FERNANDES, J.M.C. O sistema plantio direto e a ocorrência de doenças. In: LUZ, W.C. DA.; FERNANDES, J.M.C.; PRESTES, A. M.; PICININI, E.C. (Org.). **Revisão Anual de Patologia das Plantas**. Passo Fundo, v.5, p.317-352, 1997.

FERNANDEZ, E.M.; CRUSCIOL, C.A.C.; THIMÓTEO, C.M. de S.; ROSOLEM, C.A. Matéria seca e nutrição da soja em razão da compactação do solo e da adubação fosfatada. **Revista Científica**, São Paulo, v.23, p.117-132, 1995.

FOLONI, J.S.S.; LIMA, S. L. de.; BÜLL, L. T. Crescimento aéreo e radicular da soja e de plantas de cobertura em camadas compactadas de solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.30, n.1, p. 49-57, 2006.

GAZZONI, D.L.; YORINORI, J. T. **Manual de identificação de pragas e doenças da soja**. Brasília: EMBRAPA-SPI, 1995. 128 p.

GENRO JUNIOR, S.A.; REINERT, D.J.; REICHERT, J.M. Variabilidade temporal da resistência à penetração de um Latossolo argiloso sob semeadura direta com rotação de culturas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 28, p. 477-484, 2004.

GILL, J.S.; SIVASITHAMPARAM, K., SMETTEM, K.R.J. Soil types with different texture affects development of *Rhizoctonia* root rot of wheat seedlings. **Plant and Soil**, Netherlands, v. 221, p. 113-120, 2000.

GLENN, O.C & SIVASITHAMPARAM, K. The effect of soil compaction on the saprophytic growth of *Rhizoctonia solani*. **Plant Soil**, v.121, p.282 – 286, 1990.

GOERDET, W. J ; SCHERMACK, M.J.; FREITAS, F.C de. Estado da compactação do solo em áreas cultivadas no sistema plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.37, n.2, p. 223-227, 2002.

GOULART, A.C.P. **Avaliação do nível de ocorrência e efeitos de *Phomopsis sp* e *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary em sementes de soja (*Glycine max* (L.)**

Merril. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia). Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras, 1984. 80p.

GOULART, A.C.P. Tratamento de sementes. **Revista Cultivar – Grandes Culturas (Especial)**, Pelotas, n.56, 2003. 12p.

GOULART, A.C.P. Tratamento de sementes de algodão com fungicida.

GOULART, A.C.P.; ANDRADE, P.J.M.; BORGES, E.P. Controle de tombamento de plântulas do algodoeiro causado por *Rhizoctonia solani* pelo tratamento de sementes com fungicidas. **Summa Phytopathologica**, v.26, p.362-368, 2000.

GUPTA, S. C.; ALLMARAS, R. R. Models to assess the susceptibility of soils to excessive compaction. **Advances in Soil Science**, v.6, p.65-100, 1987.

HAFEMANN, T. F.; GUIMARÃES, R. R.; SOUZA, D.A.; TEIXEIRA, I.R.; FELIPE, C.A.S. Influência da compactação do solo sobre a produção de biomassa do feijoeiro. In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 8., 2005, Goiânia. Anais...Embrapa Arroz e Feijão, 2005.

HAKANSSON, I. & VOORHESS, W. B. Soil compaction. In: LAL, R.; BLUM, W.H.; VALENTIN, C.; STEWART, B.A. eds. **Methods for assessment of soil degradation**. Boca Raton, Lewis Publishers, p.167-179, 1997.

HARRIS, W.J.; YOUNG, I.M.; GILLINGAN, C.A.; OTTEN, W.; RITZ, K. Effect of bulk density on the spatio organization of the fungus *Rhizoctonia solani* in soil. **FEMS: Microbiology Ecology**, v.44, p. 45-46, 2003.

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

HENNING, A.A. **Patologia de sementes**. Londrina: EMBRAPA-CNPSO, 1996. 43p. (EMBRAPA – CNPSO, Documentos, 90).

HERSHMAN, D.E.; HENDRIX, J.W.; STUCKEY, R.E.; BACHI, P. R.; HENSON,G. Influence of planting date and cultivar on soybean sudden death syndrome in Kentucky. **Plant Disease**, v.74,p.761-766, 1990.

HYATT, J.; TeKRONY, D.; EGLI, D.B. Relationship of Soybean Seed Vigor to Soil Compaction. **Plant Science**, Lexington, 2005.

HILLEL, D. **Introduction to soil physics**. San Diego: Academic Press, 1982. 264p.

HORN, R.; WAY, T.; ROSTEK, J. Effect of repeated tractor wheeling on stress/strain properties and consequences on physical properties in structured arable soils. **Soil & Tillage Research**, Auburn, AI, USA, v.73, p.101-106, 2003.

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.

HWANG, S.F.; HAWARD, R.J.; CHANG, K.F. **Forage and oil seed legume diseases incited by *Rhizoctonia solani* species**. In: MEYER, M.C. Caracterização de *Rhizoctonia solani* Kuhn, agente causal da mela da soja [*Glycine max* (L.) Merril], seleção de genótipos e controle químico. 2002. 142p. Tese (Doutorado em Ciências Agrárias) – Universidade Estadual Paulista – UNESP, 2002.

IAPAR. **Manual Agropecuário para o Paraná**. Londrina: Fundação Instituto Agrônômico do Paraná, 1976. v. 1.

IMHOFF, S.; SILVA, A.P.; TORMENA, C.A. Aplicações da curva de resistência no controle da qualidade física de solo sob pastagem. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, n.7, p. 1493- 1500, 2000.

IMHOFF, S. D. C. **Indicadores de qualidade estrutural e trafegabilidade de Latossolos e Argissolos Vermelhos**. Piracicaba, 2002, 94 p. Tese (Doutorado). Universidade de São Paulo -Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz".

JOHNSON, C.E & BAILEY, A.C. Soil compaction. In: **Advances in Soil Dynamics**-Vol. 2, St. Joseph, MI, ASAE, 2002. p. 155-178.

KAY, B.D.; SILVA, A.P.; BALDOCK, J.A. Sensivity of soil structure to changes in organic carbon content: predictions using pedotransfer functions. **Canadian Journal of Soil Science**, Ottawa, v.77, p.655-667, 1997.

KAY, B.D.: ANGERS, D.A. Soil structure. In: SUMMER, M.E. (ed). **Handbook of soil science**. New York: CRC Press, p.A229-A275, 2000.

KEMPER, (1971) ver Araújo 2002.

KERTZMANN, F.F. **Modificações na estrutura e no comportamento de um Latossolo Roxo provocadas pela compactação**. Tese (Doutorado). São Paulo: USP, 1996. 153p.

KIEHL, E. J. **Manual de edafologia**. Relações solo-planta. São Paulo, Ceres, 1979, 262p.

KLEIN, V.A. Densidade relativa – um indicador de qualidade física do solo. In: Reunião Brasileira de Manejo e Conservação do Solo e da Água, 14., 2002. Cuiabá. **Resumos expandidos...** Cuiabá: SBCS, 2002. CD - ROM.

KOOISTRA, M.J.; SCHOONDERBEEK, D.; BOONE, F.R.; VEEN, B.W.; VAN NOORDWIJK, M. Root soil contact of maize as measured by a thin-section technique.II. Effects of soil compaction. **Plant and Soil**, Dordrecht, v.138, p.119-129, 1992.

KUNZ, M.; COLLARES, G.L.; REINERT, D.J.; REICHERT, J. M.; PELLEGRINI, A.; KAISER, D.R.; SANTI, G.R. Produtividade e desenvolvimento do feijoeiro em diferentes estados de compactação do solo induzido pelo tráfego de máquinas e escarificação. In: XV REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA, 2004, Santa Maria. **Anais...** XV Reunião Brasileira de Manejo e Conservação do Solo e da Água, 2004.

LAL, R. Conservation tillage for sustainable agriculture: tropics versus temperate environments. **Advances in Agronomy**, v.42, p.85-979, 1989.

LAMARCA, C.C. **Rastrojo sobre el cultivo – una introducción a la cero labranza**. In: VENÂNCIO, W.W. Doenças causadas por fungos de solo na soja em plantio direto em campo nativo. 2002. 111p. Tese (Doutorado em Ciências Agrárias). Universidade Estadual Paulista – UNESP. 2002.

LANDIM, P.M.B. **Análise estatística de dados geológicos**. São Paulo. Ed. UNESP, 1998, 226p.

LETEY, J. Relationship between soil physical properties and crop production. **Advances in Soil Science**, New York, v.1, p.277-294, 1985.

LIMA, J.S.S.; FILHO, S. M.; LOPES, J.C., GARCIA, G. O.; NETO, R. S. Desenvolvimento do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) em condição de solo compactado. **Engenharia Agrícola**. Jaboticabal, v.23, n. 3, p.556-562, 2003.

LOPES, A.P. **Avaliação da resistência à penetração de um solo sob dois sistemas de cultivo**. (TCC – Graduação Engenharia Agrícola), Cascavel, UNIOESTE, 1999. 54p.

MACDONALD, J.D. The soil environment . In: OTTEN, W.; GILLIGAN, C.A. Effect of physical conditions on the spatial and temporal dynamics of the soil-borne fungal pathogen *Rhizoctonia solani*. **New Phytologist**, v.138, p.629-637, 1998.

MAPA - MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO, BRASÍLIA. Disponível:

[http://www.agricultura.gov.br/pls/portal/docs/PAGE/MAPA/ESTATISTICAS/AGRICULTURA_MUNDIAL/10\[1\].8.B.XLS](http://www.agricultura.gov.br/pls/portal/docs/PAGE/MAPA/ESTATISTICAS/AGRICULTURA_MUNDIAL/10[1].8.B.XLS) >. acesso em 08 de novembro de 2005.

MANTOVANI, E.C. Compactação do solo. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.13, p.52-55, 1987.

MARIGONI, A .C.; TOFOLI, J.G.; FREGONESE, L.H. Ação de fungicidas in vitro sobre *Rhizoctonia solani* e no controle de tombamento do feijoeiro. **Summa Phytopathologica**, v. 18, n.314, p.269-275, 1992.

MEDEIROS, R. D de.; SOARES, A. A.; GUIMARÃES, R.M. Efeitos da compactação do solo e do manejo de água sobre os componentes de produção e a produtividade de grãos de arroz. **Ciência Agrotec.**, Lavras, v.29, n. 5, p.960-967, 2005.

MEYER, M.C. **Caracterização de *Rhizoctonia solani* Kuhn, agente causal da mela da soja [*Glycine max* (L.) Merrill], seleção de genótipos e controle químico.2002.142p.** Tese (Doutorado em Ciências Agrárias) – Universidade Estadual Paulista – UNESP, 2002.

MEYER, M.C & SOUZA, N.L. Mela sob controle. Pelotas. **Revista Cultivar-Grandes Culturas**, ano V, nº 58, p. 26 – 29, 2004.

MEYER, M.C.; RODACKI, M.E.P. Avaliação da eficiência de fungicidas para o controle de doenças da soja. **Ensaio em rede para controle de doenças na cultura da soja**. Embrapa Soja: Londrina, 2005. 186 p. (Documentos, 266).

MIELNICZUK, J.; CARPENEDO, V. ; PEDO, V. Desenvolvimento de raízes em solos compactados. **Lavoura Arrozeira**, Porto Alegre, v.38, p. 42-42, 1985.

MOOTS, C.K.; NICKELL, C.D.; GRAY, L.E. Effects of soil compaction on the incidence of *Phytophthora magasperma* f.sp. *glycinea* in soybean. **Plant Disease**, v.72, n.10, p.900-904, 1988.

MUYOLO, N.G.; LIPPS, P.E.; SCHMITTHENNER, A.F. Anastomosis grouping and variation in virulence among isolates of *Rhizoctonia solani* associated with dry bean and soybean in Ohio and Zaire. **Phytopathology**, St. Paul, v.83, p.438-44, 1993.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados na avaliação de plântulas. In: VIEIRA, R.D.; CARVALHO, N. M. (Ed) **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP, 1994. p. 49-86

NEGI, S.C.; RAGHAVAN, G.S.V.; McKYES, E. The effects to compaction and minimum tillage on corn yields and soil properties. **Transactions of the American Society of Agricultural Engineers**, St. Joseph, v.33, n.3, p.744-747, 1990.

OGOSHI, A. Introduction -- The Genus *Rhizoctonia*. In: SHEH, B.; JABAJ-HARE, S.; NEATE, S. & DIJST, G., eds. **Rhizoctonia species: taxonomy, molecular biology, ecology, pathology, and disease control**. Dordrecht, Kluwer Academic Publishers, 1996, p. 1-9.

ORTOLANI, A.F.; BANZATO, D.A.; BORTOLI, N.M. Influência da profundidade e da compactação do solo na emergência e desenvolvimento do sorgo granífero (*Sorghum bicolor* L. Moench). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 15., 1986, Botucatu. **Anais...** Botucatu: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 1986. p.24-32.

OLIVA, A.C.E.; DECININO, T.O.; SILVA, P.R.A.; FERNANDES, J.C.; RODRIGUES, J.G.L. **Altura de inserção da primeira vagem de soja em diferentes manejos e coberturas de solo**. Departamento de Engenharia Rural. Universidade Estadual Paulista/ UNESP, Botucatu.

OTTEN, W.; GILLIGAN, C.A. Effect of physical conditions on the spatial and temporal dynamics of the soil-borne fungal pathogen *Rhizoctonia solani*. **New Phytologist**, v.138, p.629-637, 1998.

PADOAN, R. Agronegócios- mercados emergentes. **Anuário Exame**, São Paulo, 2006. p. 26-31.

PAPAVIZAS, G.C.; DAVEY, C.B. Saprophytic behavior of *Rhizoctonia* in soil. **Phytopathology**, St. Paul, v.50, p.516-522, 1960.

PAPAVIZAS, G.C.; ADAMS, P.B.; LUMSDEN, R.D.; LEWIS, J.A.; DOW, R.L.; AYERS, W.A.; KANTZES, J.G. Ecology and epidemiology of *Rhizoctonia solani* in field soil. **Phytopathology**, St. Paul, v.65, p. 871-877, 1975.

PARADELA, A.L & FOLONI, L.L. Comportamento de sementes de feijão e algodão tratadas e semeadas em solo artificialmente infestado com diferentes concentrações de *Rhizoctonia solani*, em relação ao agente causal do tombamento de plântulas. **Revista Ecosystema**, Espírito Santo do Pinhal, v.26, n.2, p.171-174, 2001.

PAULETTI, V.; LIMA, M. R de.; BARCIK, C.; BITTENCOURT, A. Rendimento de grãos de milho e soja em uma sucessão cultural de oito anos sob diferentes sistemas de manejo de solo e de culturas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.33, n. 3, p. 491-495, 2003.

PEDROTTI, A.; PAULETTO, E.A.; CRESTANA, S.; FERREIRA, M.M.; DIAS JUNIOR, M.S.; GOMES, A.S. & TURATTI, A.L. Resistência mecânica à penetração de um Planossolo submetido a diferentes sistemas de cultivo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.25, p.521-529, 2001.

POLANCO, C.D.; MAUREZUTT, P.; DIAZ, G.S.DE. El hongo *Rhizoctonia solani* patógeno de la soya (*Glycine max*) em Venezuela. **Agronomia Tropical**, V.28, n.1, p.61-678, 1977.

QUEIROZ – VOLTAN, R.B.; NOGUEIRA, S.S.S.; MIRANDA, A. C.de. Aspectos da estrutura da raiz e do desenvolvimento de plantas em solos compactados. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, n. 5, p 929-938, 2000.

RAVA, C.A. Doenças causadas por fungos do solo. Embrapa Feijão. Disponível em > <http://www.agência.cnptia.embrapa.br/agência/AG107.131120015105.htm>. Online. Acesso: 07 de agosto de 2006.

REEVES, D.W. Soil management under no-tillage: soil physical aspects. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DO SISTEMA PLANTIO DIRETO, 1., 1995, Passo Fundo. **Resumos**. Passo Fundo: Embrapa-CNPT; 1995. p.127-130.

REICHERT, J.M.; REINERT, D.J.; SILVA, V.R. Compactação em solos sob plantio direto: limites críticos e recuperação. In: XV REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA, 2002, Cuiabá. **Anais...** Cuiabá: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2002, CD-ROM.

REINERT, D.J.; REICHERT, J.M.; SILVA, V.R. **Propriedades físicas de solos em sistema plantio direto irrigado**. Santa Maria: Palloti, v.1, 2001, p. 114-133.

REIS, E.M. **Interações entre doenças e o plantio direto**. In: PAULETII, V. & SEGANFREDO, Revista Plantio Direto – atualização tecnológica. São Paulo: Fundação Cargill, 1999. p.135-141.

REIS, E.M. Control of disease of small grains by rotation and management of crop residues in Southern Brazil. In: INTERNATIONAL WORKSHOP ON CONSERVATION TILLAGE SYSTEMS. 1990, Passo Fundo. Conservation tillage for subtropical areas: CIDA/ EMBRAPA - CNPT, 1990. p. 140-146.

REIS, E.M.; CASA, R. T. Controle de doenças fúngicas na cultura do milho em plantio direto no Sul do Brasil. In: BORGES, G.; BORGES, L.D (eds). **Seminário sobre tecnologias de produção e comercialização do milho**. Resumo de Palestras. Editora Aldeia Norte, Passo Fundo, p. 62-71.

REIS, E. F.; SCHAEFER, C.E.G.R.; VIEIRA, L.B.; SOUZA, C.M.; FERNANDES, H.C. Avaliação do contato solo-semente em um solo argiloso sob plantio direto, com diferentes teores de água no solo. **Engenharia na Agricultura**, Viçosa, v.10, n.1-4, p. 31-39, 2002.

RIBEIRO, M.A.V. **Resposta da soja e do eucalipto a fósforo em solos de diferentes texturas, níveis de densidade e de umidade.** 1999. 71 p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1999.

RIPOLI, T.C. C. **Subsolagem e subsoladores.** Piracicaba: CALQ, 1985. 34p.

ROBERTSON, L.S. & ERICKSON, A. E. Soil compaction. I - Symptons. **Crops and Soil Magazine**, 1978.

ROSOLEM, C.A. Relações solo-planta na cultura do milho. In: DA SILVA, R.P.; CORÁ, J.E.; FILHO, A.C.; LOPES, A.; FURLANI, C.E.A. Efeito das rodas compactadoras submetidas a cargas verticais em profundidades de semeadura sobre o desenvolvimento do milho. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.24, n.2, p. XXXXXXX, 2004.

ROSOLEM, C.A.; ALMEIDA, A.C.S & SACRAMENTO, L.V.S. Sistema radicular e nutrição da soja em função da compactação do solo, **Bragantia**, Campinas, v.53, p.259-266, 1994.

ROSOLEM, C. A.; FERNANDEZ, E.M.; ANDREOTTI, M.; CRUSCIOL, C.A.C. Crescimento radicular de plântulas de milho afetado pela resistência do solo à penetração. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.34, n.5, p.821-828, 1999.

ROTHROCK, C.S.; PHILLIPS, D.V.; HOBBS, T.W. Effects of cultivar, tillage, and cropping system on infection of soybean by *Diaphorte phaseolorum* var. *caulinora* and southern stem canker symptom development. **Phytopathology**, v.78, p.266-270, 1988.

ROVIRA, A.D & VENN, N.R. In: Ecology and Management of Soil-Borne Pathogens. Eds. PARKER, C.A. et al. **American Phytopathological Society Press**, St. Paul, USA. P.255-258,1985.

SANTI, G.R.; COLLARES, G.L.; REINERT, D.J.; REICHERT, J.M.; KUNZ, M.; KAISER, D.R. Crescimento e produtividade do feijoeiro submetido à compactação residual e imediata. In: XXIX CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 2003, Ribeirão Preto. **Anais...** Ribeirão Preto. CD-ROM.

SEAB. Secretaria do Estado de Agricultura e do Abastecimento – Departamento de Economia Rural. Curitiba.Disponível: [www. pr.gov.br/seab/ credencial..shtml-19k](http://www.pr.gov.br/seab/credencial.shtml-19k) >.acessado em 18 de Julho de 2006.

SECCO, D. **Estados de compactação de dois Latossolos sob plantio direto e suas implicações no comportamento mecânico e na produtividade das culturas.** Santa Maria, 108p. 2003. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Santa Maria, 2003.

SECCO, D.; SILVA, V.R da.; RUBIN, R.B.; GENRO JÚNIOR, S.A.; REINERT, D.J.; REICHERT, J.M. Efeitos da compactação nos atributos físicos do solo e na produtividade da cultura do trigo, em Latossolo Vermelho-Escuro sob sistema plantio direto. In: XIII REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA, 13., 2000, Ilhéus. **Anais...** Ilhéus: XXVI Congresso Brasileiro de Ciências do Solo, 26., CD-ROM.

SECCO, D.; REINERT, D. J.; REICHERT, J.M.; ROS, C.O.da. Produtividade de soja e propriedades físicas de um Latossolo submetido a sistemas de manejo e compactação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.28, p.797-804,2004.

SCOTT, D.H.; JARDINE, D.J.; Mc MULLEN, M.P.; PALM, E.W. **Disease management**. In: VENÂNCIO, W.W. Doenças causadas por fungos de solo na soja em plantio direto em campo nativo. 2002. 111p. Tese (Doutorado em Ciências Agrárias). Universidade Estadual Paulista – UNESP. 2002.

SHERM, H.; YANG, H.B. Development of sudden death syndrome of soybean in relation to soil temperature and soil water potential. **Phytopathology**, v.86, p.642-649,1996.

SIDIRAS, N.; VIEIRA, M.J. Comportamento de um Latossolo Roxo distrófico compactado pelas rodas de um trator na semeadura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.19, p. 1285-1293, 1984.

SILVA, A.P.; KAY, B.D. Estimating the least limiting water range of soils from properties and management. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v.61, p.877-883, 1997.

SILVA, A. P.; TORMENA, C. A.; IMHOFF, S. Intervalo hídrico ótimo. In: MORAES, M. H.; MÜLLER, M. M. L.; FOLONI, J. S. S. **Qualidade física do solo: métodos de estudo- sistemas de preparo e manejo do solo**. Jaboticabal: Funep, 2002. p. 1-18.

SILVA, G. J.; SOUZA, MAIA, J.C de S.; BIANCHINI, A. Crescimento da parte aérea de plantas cultivadas em vaso, submetidas à irrigação subsuperficial e a diferentes graus de compactação de um Latossolo Vermelho-Escuro distrófico. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 30, p.31-40, 2006.

SILVA, J.B.; MATOS, J.A.R.; MICHEREFFI, S.J.; MARIANO, R.L.R. Efeito da bacterização de sementes de algodoeiro no controle da *Rhizoctonia solani*. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.21, p.342-348, 1996.

SILVA, R.H. & ROSOLEM, C.A. Crescimento radicular de espécies utilizadas como cobertura decorrente da compactação do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 25, p. 253-260, 2001a.

SILVA, R. H. & ROSOLEM, C.A. Influência da cultura anterior e da compactação do solo na absorção de macronutrientes em soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n.10, p. 1269- 1275, 2001b.

SILVA, V. R.; REICHERT, J.M.; REINERT, D.J. Estado de compactação e sistema radicular de soja (*Glycine max* (L.) Merrill). In: XIII REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA, 13., 2000, Ilhéus. **Anais...** Ilhéus: XXVI Congresso Brasileiro de Ciências do Solo, 26., 2000, CD-ROM.

SILVA, V.R.; REICHERT, J.M.; REINERT, D.J. Variabilidade espacial da resistência do solo à penetração em plantio direto. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.34, n.2, p.399-406,2004a.

SILVA, R. P da.; TEIXEIRA, F.A.C.; CAMPOS, M.A.O. Efeito da profundidade de semeadura e da carga sobre a roda compactadora no desenvolvimento da soja (*Glycine max*). **Engenharia Agrícola**, Viçosa, v.12, n.3, p. 169-176, 2004b.

SIQUEIRA, J.A.C. **Efeito do sistema de cultivo em diferentes teores de água sobre a compactação do solo**. Cascavel, 1999. 135p. Dissertação (Mestrado). Edunioeste- Universidade do Oeste do Paraná, Cascavel, 1999.

SINCLAIR, J.B.; HARTMANN, G.L. Soybean diseases. In: **Compendium of Soybean Diseases**. 4^a ed, p. 3-4, 1999, Minnesota.

SNEH, B.; BURPEE, L.; OGOSHI, A. **Identification of *Rhizoctonia* species**. APS Press, St. Paul, Minnesota, 1991, 133p.

SOBRAL, J. K. **A comunidade bacteriana endofítica e epifítica da soja (*Glycine max*) e estudo da interação endófitos – planta**. Tese (Doutorado em Agronomia – Área de Concentração, Genética e Melhoramento). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” - USP. Piracicaba, 2003. 189p.

SOUZA, Z.M de. ; ALVES, M.C. Propriedades físicas e teor de matéria orgânica em um Latossolo Vermelho. **Acta Scientiarum: Agronomy**, Maringá, v.25, p. 27-34, 2003.

STEPNIEWSKI, W.; GLINSKI, J.; BALL, B.C. **Effects of compaction on soil aeration properties**. In: EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Soja. Morte de plântulas de soja provocada pelo excesso de umidade e alta aeração do solo. Londrina: Embrapa Soja, 2004. 38 p. (Documentos,239).

STONE, L.F.; GUIMARÃES, C.M.; MOREIRA, J.A.A. Compactação do solo na cultura do feijoeiro. I: Efeitos nas propriedades físico-hídricas do solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola**, Campina Grande, v.6, n.2,p. 207-212, 2002.

STRECK, C.A.; REINERT, D.J.; REICHERT, J.M.; SUZUKI, L.E.A.S.; KAISER, D.R. Produtividade de culturas com a compactação adicional e escarificação em solo previamente sob plantio direto. In: XV REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA, 2004, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: XV Reunião Brasileira de Manejo e Conservação do Solo e da Água, 2004.

TARDIEU, F. Growth and functioning of roots and to root systems subjected to soil compaction. Towards a system with multiple signaling. **Soil & Tillage Research**, v.30, p. 217-243, 1994.

TAYLOR, H.M.; BRAR, G.S. Effect of soil compaction on root development. **Soil & Tillage Research**, Amsterdam, v.19, p.111-119, 1991.

TAYLOR, H.M.; ROBERTSON, G.M. & PARKER, J.J. Soil strength root penetration relations for medium to coarse textured soil materials. **Soil Science**, 102:18-22, 1966.

TORMENA, C.A.; ROLOFF, G.; SÁ, J.C.M. Propriedades físicas do solo sob plantio direto influenciado por calagem, preparo inicial e tráfego. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.22, p.301-309, 1998.

TORMENA, C.A., SILVA, A.P., LIBARDI, P.L. Caracterização do intervalo hídrico ótimo de um Latossolo Roxo sob plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.22, p.573-581, 1998.

TORRES, E. & SARAIVA, O.F. **Camadas de impedimento do solo em sistemas agrícolas com a soja**. Londrina, Embrapa Soja, 1999. 58p. (Circular Técnica, 23)

TU, J.C & TAN, C.S. Soil compaction effect on photosynthesis, root rot severity, and growth of white beans. In: TU, C.S. & TAN, J.C. **Tillage effect on root severity, growth and yield of beans**. Can. J. Plant Disease Sc, Canadá, v.75, p.183-186, 1995.

TU, J.C & TAN, C.S. Tillage effect on root severity, growth and yield of beans. Can. **J. Plant Disease Sc**, Canadá, v.75, p.183-186, 1995.

VAN OUWERKERK, C & BOONE, F.R. Soil –physical aspects of zero-tillage experiments. **Netherlands Journal of Agricultural Science**, v.18, p.247-261, 1970.

VENÂNCIO, W.W. **Doenças causadas por fungos de solo na soja em plantio direto em campo nativo**. 2002. 111p. Tese (Doutorado em Ciências Agrárias). Universidade Estadual Paulista – UNESP. 2002.

VICK, C.M.; CHONG, S.K.; BOND, J.P., RUSSIN, J.S. Response of soybean sudden death syndrome to subsoil tillage. **Plant Disease**, v.87, p.629-632, 2003.

VIEIRA, C. **Doenças do feijoeiro**. Viçosa, Imprensa Universitária, 1983, 231p.

VIEIRA, M.J., MUZILLI, O. Características físicas de um Latossolo Vermelho-Escuro, sob diferentes sistemas de manejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.19, n.7, p.873-882, 1984.

VILGALYS, R. & CUBETA, M. A. Molecular systematics and population biology of *Rhizoctonia*. **Annual Review of Phytopathology** 32:135-155. 1994.

VILGALYS, R.; GONZALEZ, D. Molecular systematics and population biology of *Rhizoctonia*. **Annu. Rev. Phytopathol.**, vol. 32, p. 135-155, 1994.

ZAMBOLIM, L.; CASA, R. T.; REIS, E.M. Sistema plantio direto e doenças em plantas. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.25, n.4, p. 585 -595, 2000.

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, p. 257-312, 2001.

ZIMBACK, C.R.I. **Análise espacial de atributos químicos de solos para fins de mapeamento da fertilidade do solo**. Tese (Tese de Livre Docência). UNESP. Botucatu, 2001.

ZONTA, E.P.; MACHADO, A.A.; JUNIOR, S. P. **Sistema de análise estatística para microcomputadores – SANEST**. Pelotas, Universidade Federal de Pelotas, 1984, 80p.

YORINORI, J. T. Doenças da soja. In: FUNDAÇÃO CARGILL. **A soja no Brasil Central**. Campinas: Fundação Cargill, 1977. p.159-215.

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

WENDLING, B.; JUCKSCH, I.; NEVES, J.C.L.; MENDONÇA, E. de S. Densidade e porosidade de um Latossolo Vermelho em função da adoção de diferentes usos e manejos. In: XV REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA, 2004, Santa Maria. **Anais...**Sociedade Brasileira de Ciências do Solo, Santa Maria, 2004. CD-ROM.

WORKNEH, F.; YANG, X.B.; TYLKA, G.L. Effect of tillage practices on vertical distribution of *Phytophthora sojae*. **Plant Disease**, v. 82, p. 1258-1263, 1998.

WRATHER, J.A.;KENDIG, S.R.; TYLER, D.D. Tillage effects on *Macrophomina phaseolina* population density and soybean yield. **Plant Disease**, v.82, p. 247-250, 1998.

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)