

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

**SISTEMAS DE MANEJO DO SOLO E DA COBERTURA VEGETAL NA
CULTURA DA SOJA (*Glycine max* (L.) Merrill) SEMEADA COM DOIS
MECANISMOS SULCADORES**

CÉLIA REGINA GREGO
Engenheira Agrônoma

Tese apresentada à Faculdade de Ciências
Agronômicas da UNESP – Câmpus de
Botucatu, para obtenção do título de Doutor em
Agronomia - Área de Concentração em Energia
na Agricultura.

BOTUCATU - SP
Maio - 2002

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

**SISTEMAS DE MANEJO DO SOLO E DA COBERTURA VEGETAL NA
CULTURA DA SOJA (*Glycine max* (L.) Merrill) SEMEADA COM DOIS
MECANISMOS SULCADORES**

CÉLIA REGINA GREGO

Orientador: Prof. Dr. Sérgio Hugo Benez

Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP – Câmpus de Botucatu, para obtenção do título de Doutor em Agronomia - Área de Concentração em Energia na Agricultura.

BOTUCATU - SP
Maio – 2002

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E
TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO
SERVIÇO TÉCNICO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO – FCA
UNESP – LAGEADO – BOTUCATU (SP)

G819s Grego, Célia Regina, 1972
Sistemas de manejo do solo e da cobertura vegetal na cultura da soja (Glycine
Max (L) Merrill) semeada com dois mecanismos sulcadores / Célia Regina
Grego. –Botucatu, (s.n.), 2002
Xii, 139 f. : il. Color., gráfs

Tese (doutorado) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências
Agronômicas
Orientador: Sérgio Hugo Benez
Inclui bibliografia

1. Solos – Manejo 2. Soja – Semeadura 3. Semeadeira (Implemento agrícola) I.
Benez, Sérgio Hugo II. Universidade Estadual Paulista “ Júlio de Mesquita
Filho” (Campus de Botucatu). Faculdade de Ciências Agronômicas III. Título

Palavras-chave: Preparo do solo; Matéria seca; Disco duplo; Haste

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

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: SISTEMAS DE MANEJO DO SOLO E DA COBERTURA
VEGETAL NA CULTURA DA SOJA (*Glycine max* (L.) Merrill)
SEMEADA COM DOIS MECANISMOS SULCADORES

ALUNO: CÉLIA REGINA GREGO
ORIENTADOR: PROF. DR. SÉRGIO HUGO BENEZ

Aprovado pela Comissão Examinadora:

PROF. DR. SÉRGIO HUGO BENEZ
PROFA. DRA. MARIA HELENA MORAIS
PROF.DR. LUIZ MALCOLN MANO DE MELLO
DR.RUBENS SIQUEIRA
PROF. DR. SUEDEMIO DE LIMA E SILVA

Data da Realização: 14 de maio de 2002

AOS QUERIDOS

Pais

NATAL e **ZILDA**

Irmãos

SÉRGIO e **SIMONE**

Sobrinhos

EDUARDO e **CAIO**

Cunhada e Avó

MÔNICA e **FRANCISCA**

Tios

JONIVAL e **NEUSA**

DEDICO

Para
EDUARDO RODRIGUES DE LIMA
pelo apoio, dedicação e companheirismo.

OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

Ao professor Doutor Sérgio Hugo Benez, pela orientação valiosa, sinceridade, incentivo e proveitosos ensinamentos.

Aos professores Doutores da Faculdade de Ciências Agronômicas de Botucatu, Maria Helena Moraes, Kleber Pereira Lanças, Carlos Antônio Gamero, Angelo Catâneo, Antônio Pádua de Sousa, Dirceu Maximino e Silvio Bicudo pelos grandes ensinamentos. Aos professores Doutores Luis Malcolm Mano de Mello (FEIS/UNESP), Rubens Siqueira (Pesquisador IAPAR), Suedêmio de Lima da Silva (UNIOESTE), Alberto Kazushi Nagaoka (CAV/UDESC) e Marlene Cristina Alves (FEIS/UNESP), pelos incentivos e colaborações.

A CAPES pelo auxílio financeiro concedido.

Ao sincero amigo José Roberto Vergínio de Pontes, que sempre esteve por perto nas horas em que mais precisei.

À Zulema Netto Figueiredo, pelo convívio saudável, amizade e ajuda.

A todos os funcionários do Departamento de Engenharia Rural, da Biblioteca Professor Paulo Carvalho de Mattos, da Seção de Pós Graduação e da Fazenda de Ensino, Extensão e Produção, em especial a Maury Torres da Silva, Maria Inês Andrade e Cruz, Marilena do Carmo Santos, Marcos José Gonçalves e Mário de Oliveira Munhoz.

Aos amigos de sempre, Priscilla Martins Cerqueira, Norberto Cornejo Noronha e Érica Simone Ramos de Almeida.

Aos profissionais que tornaram os momentos mais agradáveis: Jaqueline, João Paulo, Denise, Débora, Míriam, Mariela, André Costa, Renan, Mariana e André Salvador.

SUMÁRIO

	<i>Página</i>
1 RESUMO.....	1
2 SUMMARY.....	3
3 INTRODUÇÃO.....	5
4 REVISÃO DE LITERATURA.....	7
4.1 Manejo do solo conservacionista.....	7
4.2 Efeitos dos sistemas de manejo no solo e nas culturas.....	8
4.3 Cobertura vegetal.....	11
4.3.1 Manejo da cobertura vegetal.....	15
4.4 Semeadoras-adubadoras de plantio direto.....	17
4.4.1 Mecanismos sulcadores.....	17
4.5 Manejo do solo na cultura da soja.....	24
4.5.1 Interferências no sistema radicular.....	27
5 MATERIAL E MÉTODOS.....	31
5.1 Material.....	31
5.1.1 Área experimental.....	31
5.1.2 Solo e clima.....	32
5.1.3 Insumos agrícolas.....	34
5.1.3.1 Sementes.....	34
5.1.3.2 Fertilizantes e corretivos.....	37
5.1.3.3 Defensivos agrícolas.....	37
5.1.4 Máquinas e implementos agrícolas.....	38
5.1.4.1 Tratores.....	38
5.1.4.2 Equipamentos agrícolas	38
5.1.5 Equipamentos e materiais para coleta de amostras e avaliações....	40
5.2. Métodos.....	41
5.2.1 Delineamento experimental e tratamentos.....	41
5.2.2 Seqüência de atividades.....	46
5.2.3 Granulometria do solo.....	47

5.2.4 Teor de água no solo.....	48
5.2.5 Densidade do solo.....	48
5.2.6 Resistência do solo à penetração.....	48
5.2.7 Fertilidade do solo.....	49
5.2.8 Cobertura vegetal e plantas daninhas.....	49
5.2.9 Avaliações referentes ao cultivo da soja.....	50
5.2.9.1 Semeadura da soja.....	50
5.2.9.2 Emergência, desenvolvimento e colheita da soja.....	51
5.2.9.3 Desenvolvimento da soja.....	51
5.2.9.4 Colheita da soja.....	55
5.2.10 Análise estatística.....	55
6 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	56
6.1 Primeiro ano experimental – 1999 / 2000.....	57
6.1.1 Semeadura do milheto.....	57
6.1.2 Manejos da cobertura vegetal.....	58
6.1.3 Preparo do solo.....	58
6.1.3.1 Cobertura do solo após preparo e antes da semeadura da soja...	58
6.1.4 Avaliações realizadas no dia da semeadura da soja.....	60
6.1.4.1 Teor de água no solo	60
6.1.4.2 Cobertura vegetal logo após semeadura.....	60
6.1.5 Avaliações após semeadura da soja.....	62
6.1.5.1 Profundidade de semeadura.....	62
6.1.5.2 Índice de Velocidade de Emergência e população inicial de plantas de soja.....	63
6.1.6 Avaliações durante o desenvolvimento da soja.....	65
6.1.6.1 Plantas daninhas.....	65
6.1.6.2 Matéria seca da parte aérea e análise nutricional da soja.....	66
6.1.6.3 Sistema radicular da soja.....	67
6.1.6.4 Características físicas do solo.....	72
6.1.7 Avaliações referentes à colheita da soja.....	75

6.1.7.1 Componentes de produção e produtividade da soja.....	75
6.1.7.2 Matéria seca de plantas e cobertura vegetal após colheita da soja..	79
6.2 Segundo ano experimental – 2000 / 2001.....	80
6.2.1 Semeadura do tritcale.....	80
6.2.2 Semeadura do milheto.....	83
6.2.3 Preparo do solo.....	85
6.2.3.1 Cobertura vegetal do solo após preparo e antes da semeadura da soja.....	85
6.2.4 Avaliações realizadas no dia da semeadura da soja.....	86
6.2.4.1 Teor de água no solo no dia da semeadura.....	86
6.2.4.2 Cobertura vegetal após semeadura da soja.....	87
6.2.4.3 Perfil do Sulco de semeadura.....	89
6.2.5 Avaliações após semeadura da soja.....	90
6.2.5.1 Profundidade de semeadura.....	90
6.2.5.2 Índice de Velocidade de Emergência e população inicial de plantas de soja.....	91
6.2.6 Avaliações durante o desenvolvimento da soja.....	92
6.2.6.1 Plantas daninhas.....	92
6.2.6.2 Matéria seca da parte aérea e análise nutricional da soja.....	93
6.2.6.3 Sistema radicular da soja.....	94
6.2.6.4 Características físicas do solo.....	99
6.2.7 Avaliações referentes à colheita da soja.....	102
6.2.7.1 Componentes de produção e produtividade da soja.....	102
6.2.7.2 Matéria seca de plantas e cobertura vegetal após colheita da soja..	104
6.2.7.3 Fertilidade do solo após colheita da soja.....	106
6.3 Análise multivariada de agrupamento.....	107
7. CONCLUSÕES.....	109
8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	111
APÊNDICE.....	123

LISTA DE QUADROS

Quadro	Página
1 Análises químicas do solo, nas camadas de 0-5 e 5-20 cm. Médias separadas para preparo convencional (PC) e plantio direto (PD), anteriormente implantados, em 28/08/99.....	33
2 Análise granulométrica do solo, nas camadas de 0-10 e 10-20 cm, no início da condução do experimento, em 28/08/99.....	33
3 Tratamento primários e secundários, com suas respectivas abreviações.....	44
4 Seqüência de atividades realizadas durante o período experimental.....	46
5 Matéria seca ($\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$) da vegetação não dessecada, dos resíduos vegetais secos e do total, após preparos do solo em 16/12/99.....	59
6 Teor de água ($\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$) no solo, nas camadas de 0-10 e 0-20 cm, no momento da semeadura da soja de acordo com os manejos em 17/12/99.....	60
7 Matéria seca ($\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$) da vegetação não dessecada e dos resíduos vegetais secos (restos culturais e vegetação espontânea), após semeadura da soja, em 17/12/99.....	61
8 Cobertura do solo (%) após a semeadura da soja em 18/12/99.....	62
9 Profundidade de semeadura da soja (cm) nos tratamentos estudados em 23/12/99.....	63
10 Índice de velocidade de emergência da soja (IVE) e população inicial de plantas por metro em 23/12/99 a 07/01/00	64
11 Número de plantas daninhas por 2500 cm^2 , 24 dias após semear soja em 11/01/00..	65
12 Matéria seca (g) da parte aérea de 10 plantas de soja e quantidade (g) de macronutrientes por matéria seca (kg) de 10 plantas em 23/02/00.....	66
13 Matéria seca (g) de raízes da soja no florescimento, nas camadas de 0-10, 10-20, 20-30, 30-40 cm (linha e entre linha) em 24/02/00.....	68
14 Total de matéria seca (g) de raízes da soja no florescimento, na linha e entrelinha de semeadura e total, na camada de 0-40 cm, em 24/02/00.....	71
15 Densidade do solo ($\text{kg} \cdot \text{dm}^{-3}$) em três camadas (0-10, 10-20 e 20-30cm), na entre linha e na linha de semeadura da soja na maturação, em 05/04/00.....	73
16 Resistência do solo à penetração (kPa) na camada de 0-35 cm, na maturação da soja em 05/04/00.....	74

17 População final de plantas por metro, altura de plantas (cm), altura de inserção da primeira vagem (cm), número de vagens por planta, em 14/04/00.....	76
18 Massa de 100 grãos (g) e produtividade (kg ha^{-1}) de soja, em 14/04/00.....	77
19 Matéria seca (g) da parte aérea de plantas na colheita (MS plantas) em 14/04/00 e matéria seca total (MS total) em kg.ha^{-1} na superfície após colheita, em 20/04/00.....	79
20 Média do teor de água do solo (g.kg^{-1}), nas camadas de 0-10 e 10-20 cm, no momento da semeadura do triticales em 05/05/00.....	80
21 Quantidade de matéria seca total (kg.ha^{-1}) e porcentagem de cobertura vegetal na superfície do solo, após semeadura do triticales, em 05/05/00.....	81
22 Notas estabelecidas através da avaliação visual das plantas de triticales e da vegetação espontânea que cobriam o solo, em 13/09/00.....	83
23 Quantidade de matéria seca (kg.ha^{-1}) de resíduos vegetais na superfície do solo após semeadura do milho em 26/09/00.....	84
24 Matéria seca (kg.ha^{-1}) total dos resíduos vegetais na superfície do solo, após preparos do solo. 22/11/00.....	86
25 Teor de água (g.kg^{-1}) no solo, nas profundidades de 0-10 e 0-20 cm, no momento da semeadura da soja, nos preparos do solo. 23/11/00.....	87
26 Matéria seca (kg.ha^{-1}) total dos resíduos vegetais e porcentagem (%) de cobertura na superfície do solo, após semeadura da soja, nos tratamentos estudados, 23/11/00..	88
27 Profundidade e área do sulco de semeadura mobilizado pelos mecanismos sulcadores, após semeadura da soja, nos tratamentos estudados. 23/11/00.....	89
28 Profundidade de semeadura da soja (cm) nos tratamentos estudados. 28/11/00.....	90
29 Índice de velocidade de emergência da soja (IVE) e população inicial de plantas por metro nos tratamentos estudados. Período de 28/11/00 à 13/12/00.....	91
30 Número de plantas daninhas por $0,25 \text{ m}^2$, 26 dias após a semeadura da soja nos tratamentos estudados. 19/12/00.....	93
31 Média da Matéria seca (MS (g)) da parte aérea de 10 plantas de soja no florescimento e quantidade (g) de macronutrientes por matéria seca (kg) de 10 plantas, nos manejos do solo. 22/01/01.....	94
32 Matéria seca (g) de raízes da soja no florescimento, nas profundidades de 0-10, 10-	

20, 20-30, 30-40 cm (linha e entre linha da semeadura). 22/01/01.....	95
33 Total de matéria seca (g) de raízes da soja no florescimento, na linha e entre linha de semeadura e total, na profundidade de 0-40 cm, nos tratamentos estudados. 22/01/01.....	96
34 Densidade do solo (kg.dm^{-3}) em três profundidades (0-10, 10-20 e 20-30cm), na entre linha e na linha de semeadura da soja no período de maturação, nos tratamentos estudados. 13/04/01.....	99
35 Resistência do solo à penetração (kPa) de 0-35 cm de profundidade, nos tratamentos estudados e no período de maturação da soja. 14/05/01.....	101
36 População final de plantas por metro, altura de plantas (cm), altura de inserção da primeira vagem (cm), número de vagens por planta, nos tratamentos estudados. 17/04/01.....	103
37 Massa de 100 grãos (g) e produção (kg.ha^{-1}) de grãos de soja, nos tratamentos estudados. 17/04/01.....	104
38 Matéria seca (g) da parte aérea de 10 plantas na colheita (MS plantas) e quantidade (kg.ha^{-1}) de matéria seca total (MS total) na superfície após colheita 17/04/01.....	105
39 Médias de fertilidade do solo em 0-5 e 5-20 cm de profundidade, após a colheita da soja no Segundo ano, de acordo com os sistemas de manejo do solo 14/05/01.....	106

LISTA DE FIGURAS

Figura	Página
1 Densidade do solo (kg.dm^{-3}) nas camadas de 0-10, 10-20 e 20-30 cm. Médias separadas para preparo convencional (PC) e plantio direto (PD) anteriormente implantados, em 28/08/99.....	33
2 Resistência do solo à penetração do solo (kPa), na camada de 0-35 cm, para preparo convencional (PC) e plantio direto (PD) anteriormente implantados, para um teor médio de água de $303,6 \text{ kg.g}^{-1}$, em 28/08/99.....	34
3 Balanço hídrico mensal no ano de 1999, na Fazenda Experimental Lageado, em Botucatu- SP. Fonte: Departamento de Ciências Ambientais, FCA/UNESP.....	35
4 Balanço hídrico mensal no ano de 2000, na Fazenda Experimental Lageado, em Botucatu- SP. Fonte: Departamento de Ciências Ambientais, FCA/UNESP.....	35
5 Balanço hídrico mensal no ano de 2001 até junho, na Fazenda Experimental Lageado, em Botucatu- SP. Fonte: Departamento de Ciências Ambientais, FCA/UNESP.....	35
6 Precipitação pluviométrica (mm) e temperatura ($^{\circ}\text{C}$) mensais nas fases de cultivo, no período de junho de 1999 a maio de 2000 da Fazenda Experimental Lageado, Botucatu, SP	36
7 Precipitação pluviométrica (mm) e temperatura ($^{\circ}\text{C}$) mensais e as fases de cultivo, no período de maio de 2000 a maio de 2001 da Fazenda Experimental Lageado, Botucatu, SP	36
8 Esquema experimental de campo em faixa, com quatro blocos (I, II, III e IV), seis tratamentos (1,2,3,4,5 e 6), combinados com haste (H) e disco (D).....	41
9 Aspectos da área no início do experimento, após pousio de inverno.....	44
10 Operação de semeadura do milho no primeiro ano experimental.....	44
11 Sulcador facão utilizado na semeadora para deposição de adubo.....	45
12 Sulcador disco duplo desconstruído na semeadora para deposição de adubo.....	45
13 Principais áreas para coleta de dados dentro das sub-parcelas.....	44
14 Mini perfilômetro usado para medir a profundidade de sulco de semeadura.....	52
15 Detalhe da pá da retroescavadeira na abertura das trincheiras.....	52

16 Desenho do perfil detalhado para coleta de raiz e perfil da trincheira no momento da coleta de amostra de solo com raiz.....	54
17 Processo de lavagem para separar o solo das raízes e de outras impurezas.....	54
18 Matéria seca (g) de raízes de soja, na camada de 0-40 cm, nas entrelinhas esquerda (EE) e direita (ED) e na linha (L), no tratamento PC com disco duplo e haste.....	69
19 Matéria seca (g) de raízes de soja, na camada de 0-40 cm, nas entrelinhas esquerda (EE) e direita (ED) e na linha (L), no tratamento EG com disco duplo e haste.....	69
20 Matéria seca (g) de raízes de soja, na camada de 0-40 cm, nas entrelinhas esquerda (EE) e direita (ED) e na linha (L), no tratamento E com disco duplo e haste.....	69
21 Matéria seca (g) de raízes de soja, na camada de 0-40 cm, nas entrelinhas esquerda (EE) e direita (ED) e na linha (L), no tratamento PDH30 com disco duplo e haste.....	70
22 Matéria seca (g) de raízes de soja, na camada de 0-40 cm, nas entrelinhas esquerda (EE) e direita (ED) e na linha (L), no tratamento PDH10 com disco duplo e haste.....	70
23 Matéria seca (g) de raízes de soja, na camada de 0-40 cm, nas entrelinhas esquerda (EE) e direita (ED) e na linha (L), no tratamento PDH com disco duplo e haste.....	70
24 Resistência à penetração (kPa) de 0-35 cm de profundidade, na linha e entrelinha de semeadura da soja, de acordo com os manejo do solo estudados.....	75
25 Produtividade (kg.ha ⁻¹) de soja, nos tratamentos estudados.....	78
26 Matéria seca (g) de raízes de soja no florescimento, de 0-40 cm de profundidade, nas entre linhas esquerda (EE) e direita (ED) e na linha da semeadura, no tratamento PC com disco duplo e facão.....	97
27 Matéria seca (g) de raízes de soja no florescimento, de 0-40 cm de profundidade, nas entre linhas esquerda (EE) e direita (ED) e na linha da semeadura, no tratamento EG com disco duplo e facão.....	97
28 Matéria seca (g) de raízes de soja no florescimento, de 0-40 cm de profundidade, nas entre linhas esquerda (EE) e direita (ED) e na linha da semeadura, no tratamento E com disco duplo e facão.....	97
29 Matéria seca (g) de raízes de soja no florescimento, de 0-40 cm de profundidade, nas entre linhas esquerda (EE) e direita (ED) e na linha da semeadura, no tratamento PDH30 com disco duplo e facão.....	98

30	Matéria seca (g) de raízes de soja no florescimento, de 0-40 cm de profundidade, nas entre linhas esquerda (EE) e direita (ED) e na linha da semeadura, no tratamento PDH10 com disco duplo e facão.....	98
31	Matéria seca (g) de raízes de soja no florescimento, de 0-40 cm de profundidade, nas entre linhas esquerda (EE) e direita (ED) e na linha da semeadura, no tratamento PDH com disco duplo e facão.....	98
32	Resistência à penetração (kPa) de 0-35 cm de profundidade, na linha e entre linha de semeadura da soja, de acordo com os sistemas de manejo do solo estudados.....	102
33	Dendograma resultante da análise de agrupamento, considerando os doze tratamentos (indivíduos) estudados e as 21 variáveis (médias obtidas no primeiro e segundo ano) durante a condução experimental, e a divisão em três grupos.....	108

1 RESUMO

A adoção dos sistemas de manejo conservacionistas requer adaptações do solo e das culturas utilizadas, em função das variações edafoclimáticas encontradas nas regiões agrícolas, para que o processo se torne produtivo e viável.

Diante deste contexto, foi desenvolvido o presente trabalho, no Município de Botucatu, SP, em Terra Roxa Estruturada ((NITOSSOLOS VERMELHOS - NV, EMBRAPA, 1999), durante o período de agosto de 1999 a maio de 2001. O objetivo foi avaliar a cultura da soja nos sistemas de manejo do solo: preparo convencional (uma gradagem pesada seguida de duas gradagens niveladoras); escarificação seguida de gradagem niveladora; escarificação; sistema de plantio direto com três épocas de dessecação da cobertura vegetal (30 e 10 dias antes da semeadura da soja e após a semeadura) empregando dois tipos de mecanismos sulcadores, disco duplo e haste sulcadora), para abertura do sulco de deposição de fertilizantes na semeadora-adubadora de plantio direto, em todos os sistemas de manejo do solo. Avaliou-se a densidade do solo, resistência do solo à penetração, cobertura vegetal, infestação de planta daninha, sulco de semeadura, emergência, nutrição, sistema radicular e produtividade da soja. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso com parcelas subdivididas em faixas, sendo seis tratamentos primários constituídos pelos preparos e dois secundários constituídos por mecanismos sulcadores, com quatro repetições.

A deficiência hídrica, no inverno e na primavera, impediu a formação de cobertura vegetal por triticale (*X triticossecale* Wittmack) e milheto (*Penisetum americanum*

(L.) Leeke), por isso, a vegetação espontânea foi utilizada como alternativa de cobertura vegetal.

Ocorreu distinção entre os tratamentos de manejo do solo e da cobertura vegetal, separando-os em três grupos: preparo convencional e escarificado seguido de grade; plantio direto (dessecação 10 e 30 dias antes da semeadura) e escarificado; plantio direto com dessecação da cobertura após semeadura.

A maior cobertura vegetal na superfície do solo após semeadura da soja, e menor quantidade de macronutrientes absorvidos pelas plantas de soja foram verificadas nos tratamentos de menor mobilização do solo (plantio direto e escarificado). As diferenças devidas aos tipos de sulcadores deram-se apenas no plantio direto e escarificado, para as avaliações no período de semeadura e emergência da soja. O uso do sulcador tipo haste sulcadora, comparado com o disco duplo, reduziu a cobertura vegetal na superfície do solo e aumentou em 38,6% a mobilização no sulco de semeadura.

O sistema radicular da soja foi influenciado pelo tipo de sulcador somente no segundo ano de cultivo, quando com haste sulcadora, ocorreu maior quantidade de matéria seca de raízes do que com disco duplo. No primeiro ano, houve maior resistência à penetração do solo e menor quantidade de matéria seca de raízes de soja em plantio direto comparado com o preparo convencional.

Os resultados para as épocas de dessecação da cobertura em plantio direto, no primeiro ano, indicaram como pior época a dessecação tardia (após semeadura), pois afetou a emergência e o desenvolvimento da soja, propiciando menores produtividades do que a dessecação aos 30 dias antes da semeadura da soja.

Os sistemas de manejo do solo e dos sulcadores, nos dois anos experimentais, não afetaram os componentes de produção e produtividade da soja.

**SOIL AND VEGETATION COVER MANAGEMENT SYSTEMS IN SOYBEAN CROP
(*Glycine max* (L.) Merrill.) SEEDING WITH TWO FURROW OPENERS
MECHANISMS.** Botucatu, 2002. 139 p. Tese (Doutorado em Agronomia/Energia na
Agricultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista.

Author: CÉLIA REGINA GREGO

Adviser: SÉRGIO HUGO BENEZ

2 SUMMARY

The adoption of the conservation management systems requires the soil adaptation and the crop utilized as a function of the edafoclimatic variations found in agricultural areas, so that the process becomes productive and viable.

In the light of this, the present work was developed in Botucatu of State São Paulo, Brazil, from August 1999 to May 2001 in Ultisol. The aim was to appraise the soybean crop in the soil management systems: conventional tillage (one harrow plowing followed by two harrow leveling); chiseling followed by harrow leveling; chiseling, no-tillage system with three seasons of weed blanket dessication (30 and 10 days before soybean seeding and after the seeding). Two kinds of furrow openers mechanisms, double disc and chisel opener were combined for the furrow for fertilizer application in no-tillage seeders / planters, in all soil management system. The soil physical properties density and strength, crop blanket, weeds, seeding furrow, emergence, nutrition, root systems and soybean grain yield were evaluated. The experiment was made randomized block with subdivided plots in strips, with six primary treatments, two secondary and with four repetitions.

During the winter and spring, the hydro deficiency did not allow the covering formation for por triticales (*X triticosecale* Wittmack) and milhet (*Penisetum americanum* (L.) Leeke), so using the spontaneous vegetation was the choice.

The was difference among the groups: conventional tillage and chiseling followed by harrowing; no-tillage system (dessication 10 to 30 days before seeding) and chiseling; no-tillage with dessications of the crop blanket after seeding.

The largest vegetation cover in the surface after the soybean seeding and less quantity of the absorbed macronutrients by the plants during florescence, as well as less quantity of dry mattes by the shoot system of the soybean plant were verified in the no-tillage and chiseling. The differences caused by the different kinds of the furrow openers showed only in no-tillage and chiseling for the evaluations during seeding season and soybean emergence. The use of furrow openers like chisel when compared with double disc, reduced soil surface vegetation cover and caused more than 38,6% of soil mobilization in the seeding furrow. The soybean root system was influenced by kind of furrow openers only in the second year of cultivation where with the chisel, the highest quantity of root dryness was achieved than with double disc. In the first year, there was a high soil strength and less quantity of the root dryness of the soybean in the soybean in no-tillage when compared with the conventional tillage.

The results, in the first year, for the dessication period in no-tillage, showed as worst period the late dessication (after seeding), thus affected the emergence and the development of the soybean crop, showing smallest grain yield than the dessication 30 days before the soybean seeding. The soil management system and the furrow openers mechanisms in the two years experiment did not affect the yield components and soybean grain yield.

Keywords: soil tillage, dry matter, double disc, chisel

3 INTRODUÇÃO

As diferentes necessidades das plantas, para se desenvolverem e alcançarem altas produtividades, têm sido tomadas como as principais referências para a escolha das operações de manejo e a intensidade com que essas práticas são utilizadas.

A degradação dos solos agricultáveis vem ocorrendo de maneira preocupante em função do manejo inadequado, com uso excessivo de equipamentos de preparo do solo. Por isso, há uma busca crescente por soluções agronomicamente viáveis, através da pesquisa e desenvolvimento de novas técnicas de manejo dos solos e de culturas.

O manejo conservacionista, onde se encaixa o plantio direto, representa ferramenta importante na solução destes problemas. A área cultivada com este sistema no Estado de São Paulo é consideravelmente menor em relação aos demais estados das regiões Sul e Centro Oeste, todavia vem apresentando expressivo aumento nos últimos anos. Segundo Meirelles (2000), a área de plantio direto para o Estado de São Paulo passou de 348000 ha em 1998/1999 para 601400 ha em 1999/2000. A cultura da soja (*Glycine max* (L.) Merrill) continua sendo uma das mais utilizadas em plantio direto em todo o país. A adoção deste sistema em áreas que apresentam solos argilosos, e parte do ano com climas quentes e secos, onde a formação e a manutenção da palha na superfície é mais difícil, sofre resistência por parte dos produtores, que preferem continuar revolvendo e expondo o solo ao processo erosivo. Para mudar esses procedimentos, não basta a conscientização dos produtores agropecuários, mas também, políticas governamentais e investimentos em pesquisas para maior expansão das técnicas conservacionistas.

Nos últimos anos, o plantio direto vem alcançando grandes avanços com o advento de herbicidas mais eficientes, novas opções de plantas para rotação de culturas e desenvolvimento de semeadoras adubadoras mais adequadas. No entanto, como o tráfego de máquinas ocorre em toda extensão da área, observa-se aumento na compactação superficial do solo, alterando o padrão de crescimento das raízes pelo decréscimo da porosidade e aumento da resistência do solo à penetração. Destaca-se então, a importância de uma semeadora que atenda aos preceitos básicos de cortar e manter a cobertura vegetal na superfície, e que além disso, sejam utilizados elementos sulcadores adequados para abertura e fechamento do sulco de semeadura, depositando e cobrindo corretamente o fertilizante e a semente.

A mudança do manejo convencional do solo por sistemas cada vez mais conservacionistas, requer adaptações para as diversas regiões agrícolas, onde se procura correlacionar a física, química e biologia do solo em função dos sistemas de manejo adotados. Quanto às culturas, tanto as fornecedoras de cobertura vegetal quanto às produtivas, necessariamente terão que ser escolhidas em função da melhor sequência de rotação ou sucessão, de acordo com o clima e solo da região, para que o processo como um todo se torne produtivo e rentável.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a cultura da soja (*Glycine max* (L.) Merrill), no município de Botucatu, SP, nos seguintes sistemas de manejo do solo: preparo convencional (uma gradagem pesada seguida de duas gradagens niveladoras); escarificação seguida de gradagem niveladora; escarificação; sistema de plantio direto com três épocas de dessecação da cobertura, semeada com dois mecanismos sulcadores para deposição de fertilizantes na semeadora adubadora: disco duplo e haste sulcadora. Avaliou-se a densidade do solo, resistência do solo à penetração, cobertura vegetal, sistema radicular, componentes de produção e produtividade da soja.

4 REVISÃO DE LITERATURA

4.1 Manejo do solo conservacionista

É considerado como conservacionista, segundo Allmaras & Dowdy (1985) e Magleby & Schertz (1988), o sistema de preparo do solo que resulta em 30% ou mais do solo coberto por resíduos vegetais após o preparo e semeadura ou plantio das culturas.

A amplitude do conceito de plantio direto, de acordo com Saturnino (2001), implica em seqüências de rotação de culturas, para reciclagem de nutrientes e formação de palha, sem revolvimento do solo, com o mínimo possível de interferências no solo e na palhada de cobertura, protegendo-o ao longo do ano. As constatações crescentes desse sistema, estendem-se para as condições subtropicais e tropicais, em atividades relacionadas às explorações agropecuárias, em culturas temporárias ou perenes. Segundo Dallmeyer (2001), o sistema foi denominado de “plantio direto” pela Federação de Associação de Plantio Direto na Palha, por consagrar a nomenclatura do uso popular, embora a operação executada seja de semeadura.

A expansão do plantio direto no Brasil, segundo Saturnino (2001), atingiu cerca de 12 milhões de hectares em culturas anuais, incluindo tanto grandes produtores como médios e pequenos. Com mais de duas décadas de desenvolvimento na região Sul e Sudeste e mais de uma década nos cerrados da região Centro Oeste, o plantio direto no Brasil dispõe de um volume considerável de informações e de dados obtidos na prática, que

favorecem seu crescimento, porém, dificuldades surgem a cada nova experiência, e por isso as pesquisas nesta área devem ser incentivadas.

4.2 Efeitos dos sistemas de manejo no solo e nas culturas

O efeito dos sistemas de manejo do solo foi estudado por Benez (1972) que evidenciou a importância de se reduzir o número de operações de preparo, onde o sistema com apenas uma aração propiciou menor infestação de plantas daninhas e maior lotação de plantas na época da colheita. Quanto maior o número de operações de preparo, mais acentuados foram os efeitos negativos da compactação da roda do trator estabelecida no sulco de semeadura. Considerando também, a maior produtividade da cultura do milho, o tratamento com uma aração e semeadura no sulco compactado pela roda do trator foi o mais indicado. Benez (1980) considerou os níveis de produtividade de milho e as operações de preparo, responsáveis pela viabilidade prática dos preparos com menor mobilização (cultivo mínimo e plantio direto) comparados com preparo convencional.

A densidade do solo geralmente é utilizada para avaliar os efeitos dos sistemas de manejo do solo. Benez (1980) encontrou menores densidades nos preparos de maior mobilização do que no plantio direto. Mello (1988) verificou que houve redução da densidade do solo no plantio direto de 1,58 para 1,47 kg.dm⁻³, após três anos de cultivo da soja.

Hakanson et al. (1988) descrevem que nos sistemas de manejo que mobilizam as camadas do solo ocorre compactação sub superficial. Segundo Bertoni & Lombardi Neto (1990), Derpsch et al. (1991), o sistema de preparo convencional, que utiliza arados e grades, além de pulverizar a superfície dos solos, deixa-os mais susceptíveis ao processo de erosão, propiciando a formação de impedimentos mecânicos logo abaixo das camadas de solo movimentadas pelos implementos, sendo denominados pé de arado ou pé de grade, os quais, segundo Ess et al.(1998) podem interferir no sistema radicular das plantas acarretando redução de produtividade. O nível prejudicial do sistema de manejo do solo, como a compactação, depende da espécie de planta a ser cultivada e das condições físicas, químicas e biológicas do solo (Schuler, 1992; Veiga et al, 1994).

Em áreas agricultáveis, ocorrem diversos problemas quando os produtores implantam sistemas de manejo do solo não convenientemente adequados, como a compactação do solo, baixa fertilidade, presença de plantas daninhas de difícil controle, aumento do consumo de energia do sistema agrícola, contribuindo para degradação do solo e o processo erosivo que dificilmente pode ser revertido quando desencadeado (Muzilli, 1999). Calegari et al. (1999) e Araújo et al. (2001) relatam que em manejos como no plantio direto, a compactação ocorre mais superficialmente devido ao tráfego de máquinas e rodados agrícolas, e que dependendo do teor de água do solo, pode prejudicar o desenvolvimento das plantas.

Uma forma direta para identificar se a compactação é prejudicial às plantas, segundo Araújo et al. (2001), é analisar se as raízes apresentam algum desvio lateral e se concentram na superfície com crescimento desuniforme. No solo, podem surgir crostas superficiais e fendas, acúmulo de água no sulco, erosão hídrica, e a presença de palha incorporada e não decomposta. Todos esses indicativos podem ser detectados através de avaliação com penetrômetros e trincheira, e devem ser eliminados antes da implantação de um sistema de manejo, utilizando de sistemas como rotação de culturas, adubação verde, escarificação e em casos mais críticos, a subsolagem.

Veen & Boone (1990) descreveram que a resistência real exercida pelo solo à penetração radicular é normalmente menor do que a resistência determinada pelo penetrômetro ou penetrógrafo. Tavares Filho et al. (1999) associaram métodos quantitativos e qualitativos, como o penetrômetro de impacto e o perfil cultural, para melhor diagnosticar a compactação do solo num sistema de preparo convencional (uma aração seguida de duas gradagens niveladoras), após a colheita de milho. Como resultado, observou-se formação de estruturas com características compactadas, entre 15 e 40 cm de camada. O penetrômetro mostrou aumento da resistência do solo a partir de 15 cm de camada, atingindo valor máximo em 25 cm. As metodologias apresentaram resultados coerentes e complementares, porém, a do perfil cultural, permitiu diagnóstico qualitativo seguro do estado físico e estrutural do solo a campo, e visualização da distribuição espacial dos diferentes volumes de solo e das relações desses volumes com a distribuição e forma do sistema radicular.

A fertilidade do solo também é uma das propriedades que sofre influência quanto ao tipo de manejo. A manutenção dos resíduos culturais na superfície do solo provoca alterações com reflexos diretos na fertilidade, influenciando na taxa de

mineralização e nas propriedades químicas do solo (Derpsch et al. 1991). Bayer & Mielniczuk (1997) avaliaram por cinco anos as características químicas do solo sob sistemas de preparo convencional, reduzido e plantio direto, e sistemas de cultura com aveia, trevo, milho e caupi, em um Podzólico Vermelho Escuro (ARGISSOLOS VERMELHOS – PV, EMBRAPA, 1999), em Eldorado do Sul, RS. Os maiores teores de matéria orgânica e capacidade de troca de cátions foram obtidos por métodos com menor revolvimento do solo e sistemas de cultura com maior adição de resíduos ao solo, principalmente nas camadas superficiais do solo.

Bertol & Fischer (1997) avaliaram os sistemas de preparo (escarificador com rolo destorroador, escarificador, escarificador seguido de grade e grade seguida de escarificador) e plantio direto sobre os restos culturais do milho na cultura da soja, em Santa Terezinha do Itaipú, PR, em Latossolo Roxo Eutrófico (LATOSSOLOS VERMELHOS Eutroféricos – LVef, EMBRAPA, 1999). Todos os tratamentos reduziram a cobertura inicial, sendo que o escarificador seguido de grade apresentou o menor valor, diferindo também de grade seguida de escarificador, indicando que a ordem das duas operações influenciaram de maneira diferente na cobertura do solo, pois a grade executando a primeira operação, tem dificuldade em incorporar resíduos na presença de quantidades elevadas de cobertura vegetal que ainda não foi mobilizada, resultando em maior quantidade de cobertura. A soja obteve produtividade de 3676,8 kg.ha⁻¹ com uso do escarificador com rolo destorroador, que diferiu dos demais tratamentos, sendo que os tratamentos constituídos de uma operação de preparo, apresentaram produtividades maiores que os tratamentos de duas operações, pois segundo os autores, o menor número de operações propicia melhores condições de solo para o desenvolvimento da cultura. O menor custo variável e a melhor taxa de retorno foram observados para plantio direto, porém a maior renda bruta da produtividade foi obtida pelo escarificador com rolo destorroador.

Em Terra Roxa Estruturada, Botucatu, SP, (NITOSSOLOS VERMELHOS - NV, EMBRAPA, 1999), Marques (1999) verificou que apesar do milho não responder aos sistemas de manejo do solo (plantio direto com cobertura vegetal espontânea e preparo convencional), quanto a produtividade, o plantio direto mostrou-se mais adequado por apresentar menor consumo de combustível e menor uso específico de energia por área. Siqueira (1999) também não obteve diferença na produtividade do milho quanto ao manejo do solo, mas verificou que a combinação aveia preta e preparo com escarificador proporcionou

maiores coberturas em comparação aos sistemas de aração e gradagem e as outras condições de cobertura (nabo forrageiro, tremoço azul e sem plantas de cobertura), concordando com Boller et al. (1997) que verificaram maior porcentagem de cobertura do solo mantida pela escarificação (38,30%), seguida pelo preparo com enxada rotativa (22,0%) que, por sua vez, superou o sistema convencional (8,35%).

Levien (1999) obteve menor produtividade de milho nos sistemas conservacionistas (plantio direto e escarificado), em relação ao preparo convencional, porém foi compensada financeiramente pelos menores custos de produtividade obtidos nos sistemas conservacionistas, entretanto, Coelho (2000), observou em condições severas de precipitação, que o milho apresentou maiores população de plantas e produtividade no plantio direto do que no preparo convencional.

Os sistemas de manejo do solo, plantio direto, preparo reduzido e preparo convencional, foram estudados por Furlani (2000) nas mesmas condições de Siqueira (1999) e Levien (1999), com respostas na cultura do feijão. Após semeadura do feijão, houve maior cobertura vegetal na superfície, no sistema de plantio direto, propiciada pelas culturas de aveia preta e nabo forrageiro, o que diminuiu a infestação de plantas daninhas após colheita do feijão, comparado com os outros manejos do solo. Contudo, a produtividade não foi afetada pelos sistemas de manejo e preparo do solo.

4.3 Cobertura vegetal

A importância de boa formação da cobertura vegetal na superfície do solo para implantação do sistema de plantio direto é requisito imprescindível (Bertoni & Lombardi Neto, 1990; Almeida, 1991; Derpsch et al., 1991; Calegari, 1998; Alvarenga et al., 2001). Entretanto, a escolha adequada das plantas fornecedoras de cobertura, considerando-se a melhor época de semeadura, tem sido o grande entrave para obter êxito no sistema em algumas regiões onde o clima e solo são variados. Existe carência de informações e experiências regionais para que os produtores possam adotar melhores opções de rotação com plantas de cobertura associadas às plantas produtivas em sua área (Pereira, 1990).

Devido ao elevado custo e condições climáticas desfavoráveis à formação de cobertura vegetal em plantio direto através de culturas de inverno e primavera, a

formação da cobertura vegetal a partir da vegetação espontânea e dos resíduos da cultura produtiva de verão, tem sido estudada (Marques, 1999; Pontes, 1999; Grego, 1999; Coelho, 2000). Boller (1996), em Terra Roxa Estruturada (NITOSSOLOS VERMELHOS – NV, EMBRAPA, 1999), verificou que o pousio forneceu maior cobertura do que o nabo forrageiro, aveia preta e centeio, e indicou a possibilidade de obtenção da cobertura através da vegetação espontânea, no caso da impossibilidade de produzir cobertura adequada, com culturas de inverno.

Grego et al. (2000) verificaram em Botucatu / SP, em Terra Roxa Estruturada (NITOSSOLOS VERMELHOS – NV, EMBRAPA, 1999), a formação da cobertura vegetal através dos resíduos da cultura do milho, em áreas conduzidas dois anos no verão com plantio direto (cobertura de vegetação espontânea e restos culturais de feijão) e preparo convencional (uma gradagem pesada seguida de duas leves) e pousio no inverno. O milho foi semeado diretamente em solo sob pousio para ambas as áreas (plantio direto e convencional). Houve semelhante acúmulo da quantidade de cobertura vegetal após colheita em todas as áreas (média de 7500 kg.ha⁻¹), indicando que para as condições estudadas a vegetação espontânea, através do pousio, pode ser uma opção de cobertura para iniciar o plantio direto ou produzir em anos com pequena precipitação no inverno.

O milheto tem sido aproveitado na implantação e desenvolvimento do sistema de plantio direto, principalmente semeado no início da primavera. Em 1984 teve início a utilização sistemática do milheto dentro do sistema de rotação de culturas em plantio direto, continuamente até 1991, quando passou a ser adotado em muitas regiões do cerrado. O milheto destaca-se no sistema por sua tolerância à seca e grande produtividade de matéria seca pela parte aérea, adaptando-se em solos de baixa fertilidade (Bonamigo, 1999). Pitol & Scaléa (1999) destacam, ainda, que a viabilidade do uso do milheto na entressafra, está em função de sua rapidez em cobrir o solo.

Na primavera, o uso do milheto em plantio direto, preenche o espaço em que o solo fica ocioso e sem cobertura, e o cultivo antecipado tem sido experimentado no sentido de semeá-lo direto no solo seco, estabelecendo as plantas com as primeiras chuvas. Uma análise de dados de precipitação pluviométrica no Mato Grosso do Sul, nos últimos 20 anos, permitiu concluir que, de cada 5 anos, em pelo menos 4 anos é possível fazer a semeadura do milheto, no início de agosto ao final de setembro, sabendo-se que para uma boa

germinação em plantio direto, é necessário, no mínimo 30 mm de precipitação. Considera-se necessário de 45 a 55 dias após germinação, o tempo de manejo para formação de cobertura de solo (Pitol & Scaléa, 1999).

Pereira (1990) estudou alternativas de espécies com potencial para vegetar e produzir cobertura morta, durante o período de abril a setembro, na entressafra da soja, sob as condições de cerrado em Latossolo Vermelho Escuro (LATOSSOLOS VERMELHOS – LV, EMBRAPA, 1999). Foram utilizadas as espécies de crotalária, guandu, aveia preta, centeio, trigo, milheto, milho, girassol e mucuna. Os resultados revelaram que entre as espécies com potencial para promover cobertura, o milheto foi a que reuniu as características mais desejáveis, considerando seu desenvolvimento vegetativo (produtividade de 9200 kg.ha⁻¹ de matéria seca), qualidade e resistência da cobertura morta, perspectivas de manejo e potencial supressivo sobre as plantas daninhas. A produtividade da soja foi maior sob cobertura de girassol (3197 kg.ha⁻¹) e sob cobertura de milheto produziu 2568 kg.ha⁻¹.

Salton & Kichel (1997) relatam que a produtividade de matéria seca do milheto varia de acordo com as condições edafoclimáticas, época de semeadura e tempo de cultivo, podendo com 60 dias alcançar cerca de 5000 kg.ha⁻¹ até o máximo de 9000 kg.ha⁻¹ de matéria seca, sendo uma das culturas que mais produz massa, cobre rapidamente o solo, competindo com as plantas daninhas. Seu manejo químico é considerado satisfatório e mais indicado, utilizando glyphosate na dosagem única de 1,5 a 2,0 L.ha⁻¹, sendo realizado quando a cultura apresentar cerca de 5% das plantas com panículas, impedindo a formação de sementes e conseqüente reinfestação da área.

Outra opção que vem ganhando espaço e formando boa quantidade de cobertura vegetal, é o triticale, que é o resultado do cruzamento entre trigo e o centeio, combinando características das duas espécies, e produzindo um cereal mais rústico e mais produtivo que o trigo, com melhor adaptação a solos ácidos e com problemas de toxidez causada por alumínio (Campos et al., 1988).

Fontaneli et al. (1996) estudaram o potencial do triticale em fornecer matéria seca no manejo de corte para forragem. Verificaram que a média de matéria seca do primeiro corte (60 dias após emergência) foi de 1326 kg.ha⁻¹. Santos et al. (1999) estudaram sistemas de rotação de culturas em plantio direto, em Passo Fundo, RS, num Latossolo Vermelho Escuro (LATOSSOLOS VERMELHOS – LV, EMBRAPA, 1999), utilizando

triticale, soja, aveia preta, aveia branca, ervilhaca e milho. Quando as condições climáticas transcorreram normalmente durante os anos, os sistemas triticale seguido de soja e ervilhaca seguida de milho foram mais eficientes economicamente do que os demais, porém, em condições climáticas boas para as culturas de inverno e ruins para as culturas de verão, os sistemas com triticale seguido de soja e aveia-preta seguida de soja foram mais beneficiados. Segundo Felicio et al. (1999), a maior potencialidade para o desenvolvimento do triticale, encontra-se em áreas menos adaptadas ao cultivo de outros cereais de inverno, principalmente devido sua rusticidade.

Em Capão Bonito, SP, Felicio et al. (1999) estudaram três épocas de semeadura recomendadas para a região (início de março, abril e maio), em dez cultivares de triticale, que foram divididos em ciclos superprecoce (120 dias), precoce (121 a 130 dias), médio (131 a 140 dias) e tardio (acima de 140 dias). Os autores observaram que em ano atípico, com períodos longos de deficiência hídrica nos meses de abril a outubro, em especial junho a setembro, condicionou produtividades inferiores para as semeaduras tardias, pois, as baixas precipitações pluviais afetaram a fase que vai do emborrachamento ao enchimento de grãos. As condições meteorológicas favoráveis no período da emergência, do espigamento à plena floração, favoreceram principalmente os de ciclos médios e tardios. Para a média das cultivares, os dados de cinco anos revelaram produtividades de 2436 kg.ha⁻¹ para semeadura no início de março; 2262 kg.ha⁻¹ para semeadura no início de abril; 1609 kg.ha⁻¹ para semeadura no início de maio. Os autores concluíram que a melhor época de semeadura foi no início de março, e, que as cultivares de ciclo precoce, médio e tardio, em relação as de ciclo superprecoce, apresentaram melhores produtividades, independente da época de semeadura.

Felicio et al. (2001) estudaram a adaptação de genótipos de triticale, semeados no mês de abril, em ambiente irrigado por aspersão e em solo inundado (várzea). Concluíram que os genótipos apresentaram produções desejáveis nos dois ambientes, porém, o ciclo das plantas, da emergência ao espigamento, foi mais longo nas condições de várzea quando comparada ao cultivo irrigado por aspersão.

As informações sobre as experiências de uso das espécies de plantas produtoras de cobertura, em diferentes regiões, são importantes para que o agricultor possa usufruí-las na tentativa de obter maiores produções e redução de custos de produtividade de suas lavouras (Calegari et al., 1999).

4.3.1 Manejo da cobertura vegetal

O manejo da cobertura vegetal em plantio direto, antes da semeadura das culturas, é fundamental para seu bom desenvolvimento. O controle da infestação das plantas daninhas antes do plantio ou semeadura, permite que a cultura tenha desenvolvimento inicial livre de interferências e impede que ocorram rebrotes e reinfestação da área, facilitando a ação de herbicidas após a emergência da cultura (Almeida, 1991). O mesmo autor ressalta que o intervalo de tempo entre a dessecação da cobertura e a semeadura das culturas, deve reduzir a competição entre elas e evitar efeitos alelopáticos depressivos pela liberação de aleloquímicos ao meio, a partir da decomposição de resíduos vegetais no solo.

A quantidade da cobertura vegetal na superfície do solo também interfere na infestação de plantas daninhas. Vidal et al. (1998) observaram que o aumento da quantidade de cobertura de aveia (0, 3000, 6000 e 9000 kg.ha⁻¹) reduziu a infestação de plantas daninhas anuais (*Brachiaria plantaginea* e *Setaria faberi*) em soja, cultivada em plantio direto. Quando não foi realizado o controle de plantas daninhas por herbicidas, o aumento da quantidade de cobertura vegetal foi responsável pela redução da infestação, aumentando também a produtividade de soja.

Segundo Muzilli (1999), já nos primórdios da utilização do plantio direto, há cerca de 50 anos, com as primeiras experiências nos EUA e Europa, houve grandes limitações do sistema devido a dificuldade de controle das plantas daninhas, até que foi lançado o primeiro herbicida de ação por contato, o paraquat. A partir do seu uso para controle químico, permitiu-se adaptação do sistema a diferentes regiões e sistemas de produtividade. Outro aspecto importante, segundo Araújo et al. (1999b), é que o tempo entre a operação de dessecação e semeadura pode ser flexível para o produtor, facilitando a operação principalmente em grandes áreas, sem afetar sua eficiência.

Marques (1999) avaliou o manejo químico da vegetação espontânea com herbicida e mecânico com rolo-faca, triturador de palha e roçadora, combinando-os com os sistemas plantio direto e preparo convencional. A cobertura vegetal foi afetada somente pelos preparos do solo, apresentando menor porcentagem e quantidade de matéria seca no convencional do que no plantio direto. Os métodos de manejo da cobertura não afetaram a produtividade do milho, porém a aplicação de herbicida apresentou menor consumo de

combustível por área, comparada com os métodos mecânicos de manejo, concordando com Levien (1999) que obteve menor custo no manejo químico. Pontes (1999), nas mesmas condições anteriores, manejou mecanicamente a vegetação espontânea sem utilização de herbicida para dessecação da cobertura, em plantio direto e preparo convencional. Verificou que a cobertura vegetal foi afetada pelos sistemas de preparo do solo, onde o convencional apresentou menores quantidades do que o plantio direto. A altura das plantas de milho foi reduzida pela competição das plantas daninhas, quando não foi utilizado nenhum manejo da vegetação espontânea antes da semeadura em plantio direto, e o preparo convencional foi o que obteve a melhor produtividade do milho.

Segundo Constantin et al. (2000), quando a cultura se estabelece sem a presença de plantas daninhas, terá maior poder de competição, dificultando o estabelecimento destas que venham a surgir durante seu desenvolvimento. Silva (2000a) encontrou diferenças na infestação de plantas daninhas para a cultura do milho entre sistemas de manejo do solo. No preparo convencional, ocorreu menor quantidade de resíduos presentes na superfície do solo, e melhores condições de desenvolvimento de plantas daninhas, comparado com o plantio direto, porém a produtividade do milho não foi afetada pelos sistemas de manejo utilizados.

Outra alternativa de controle de plantas daninhas foi estudada por Coelho (2000), por considerar o uso intensivo dos herbicidas um problema na contaminação ambiental. O autor avaliou a eficiência da descarga elétrica na vegetação espontânea em comparação a aplicação de herbicida no plantio direto e concluiu que a descarga elétrica mostrou-se eficiente na dessecação, não diferindo da aplicação com herbicida quanto ao controle das plantas daninhas aos 21 dias após aplicação e após colheita do milho. A produtividade do milho não foi afetada pelos métodos de dessecação utilizados.

A dessecação da cobertura vegetal no sistema de plantio direto, é feita com herbicidas dessecantes (glyphosate, sulphosate, diquat ou paraquat) (Kozlowski, 2001). Constantin et al. (2000) em São João do Ivaí, PR, avaliaram aos 0, 7 e 11 dias depois da semeadura, a eficiência de sistemas de manejo no controle de plantas daninhas em plantio direto na cultura da soja, com aplicação de herbicida dessecante 40 e 26 dias antes da semeadura (DAS). A antecipação do manejo, 40 DAS, possibilitou redução no uso de herbicidas pós emergentes e melhor controle de plantas daninhas, pois quando anteciparam o

manejo, estas apresentaram menor desenvolvimento no momento da sementeira, com menor infestação na cultura.

4.4 Semeadoras-adubadoras de plantio direto

Segundo Portella et al. (1997), deve-se buscar sempre uma adequação das sementeiras a cada realidade. O desempenho agrônomo da sementeira deve ser avaliado, segundo Casão Junior et al. (1998) e Casão Junior et al. (1999), obtendo informações como corte da palha, profundidade de sementeira e aplicação de fertilizantes, volume de solo mobilizado no sulcamento, cobertura do sulco, velocidade de emergência da cultura e população final da cultura.

De acordo com Silva (2000b), as semeadoras assumem importância fundamental nos modernos sistemas de produtividade, destacando-se as de plantio direto, cuja operação é caracterizada pela eliminação quase total da mobilização do solo anterior à operação de sementeira, podendo ser adaptadas à sementeira de diferentes culturas, profundidades, densidades e espaçamentos entre sementes.

Segundo Araújo et al. (2001), um dos maiores obstáculos para expansão do plantio direto está relacionado ao uso de máquinas em solos argilosos. No caso das semeadoras o alto preço e sua alta exigência de potência nestes solos, são problemas que dificultam a adoção do plantio direto, principalmente entre pequenos e médios produtores. Em solos argilosos, ocorre alta resistência à penetração dos componentes rompedores e grande retenção de umidade, provocando aderência de solo aos componentes, corte irregular da vegetação, embuchamentos, abertura imprópria do sulco, profundidade de sementeira desuniforme, redução da cobertura vegetal na superfície e compactação deficiente do solo sobre as sementes, afetando a uniformidade de emergência das plantas.

4.4.1 Mecanismos sulcadores

Segundo Choudhary & Baker (1982), os principais fatores que afetam o desempenho dos sulcadores são suas características geométricas, a velocidade de trabalho, a textura e densidade do solo, a quantidade de palha e a pressão exercida pela semeadora. Dentre

várias considerações importantes, num projeto de mecanismos sulcadores para semeadura direta, os autores destacam a capacidade de exploração do teor de água sub superficial, para que ocorra difusão de água na interface solo semente, e a fragmentação do solo na medida que auxilie o desenvolvimento de raízes no perfil do solo.

Crescentes pesquisas em relação ao uso de sulcadores para abertura de sulco na presença de palha, são fundamentais, pois as respostas são variadas de acordo com a região, época de semeadura, teor de água do solo, tipo de solo e cultura utilizada (Portella et al., 1997).

Durante a semeadura, são obtidos ambientes diferenciados na região próxima à semente, que irão resultar em melhor ou pior emergência de plantas. Portella et al. (1997), num Latossolo Vermelho Escuro distrófico (LATOSSOLOS VERMELHOS Distróficos – LVd, EMBRAPA, 1999), em Passo Fundo RS, verificaram através de conjuntos de mecanismos dosadores e de deposição de sementes de uma semeadora, que a emergência da soja foi 14% menor quando as sementes foram depositadas com sulcadores de discos, pois foram colocadas mais superficialmente (4,5 cm com discos contra 6,0 cm com haste), principalmente devido à deficiência hídrica (teor de água de 179,0 g.kg⁻¹ na semeadura) ocorrida durante a emergência. O ambiente favorável criado pela haste, em camadas mais profundas de semeadura, levou a melhor emergência de plântulas, na condição de deficiência hídrica. Já com o milho, não foram observadas diferenças para índice de emergência, estando o solo mais favorável à penetração (teor de água de 260,0 g.kg⁻¹) e as semeadoras com disco e haste apresentaram profundidade de semeadura de 5,7 cm e 5,0 cm, respectivamente.

A haste escarificadora ou haste sulcadora é mais utilizada em solos com maior resistência à penetração, pois, segundo Coelho (1998) tem maior capacidade de penetração no solo, podendo atingir até 15 cm de profundidade, porém, são mais susceptíveis ao embuchamento da palha, demandam maior esforço de tração, não podem ser utilizados em áreas com pedras, tocos ou raízes e são específicos para a unidade adubadora. Tessier et al. (1989) descrevem que este tipo de haste mobiliza intensamente o solo, podendo não ser compatível com a semeadura direta em virtude do aumento da incidência de plantas daninhas e da desuniformidade da superfície do solo.

Os discos duplos podem ser discos duplos comuns ou duplos desencontrados (dois discos com o bordo de um deles precedendo o outro na direção de

convergência de ambos). Neste, além do sulcamento há um efeito de corte da palha resultante da diferença na velocidade periférica dos discos. Os discos duplos são atualmente os sulcadores mais comuns nas máquinas nacionais, em virtude da menor susceptibilidade ao embuchamento e menor mobilização do solo, apesar de apresentarem menor capacidade de penetração no solo, principalmente em solos argilosos, limitando a operação quando se pretende atingir camadas maiores que 7 cm (Coelho, 1998).

Num experimento de campo, em Santo Angelo, RS, num Latossolo Roxo distrófico (LATOSSOLOS VERMELHOS Distroférricos – LVdf, EMBRAPA, 1999), Righes et al. (1990) ensaiaram mecanismos de mobilização do solo (cinzel, disco duplo, disco duplo diferenciado, facas rotativas e haste) para plantio direto sob resteva de trigo. Comparativamente, os sulcadores de cinzel apresentaram maior demanda de potência, maior volume de solo mobilizado, maior suscetibilidade ao embuchamento, porém, exigiram alta pressão para penetração. Apresentaram também camada de semeadura regular e uniforme e grande largura da faixa de semeadura, ocorrendo redução da resistência do solo à penetração. O sulcador de facas rotativas, além de demandar grande potência, movimentou demasiadamente o solo, removendo-o para fora do sulco, e posteriormente as sementes foram cobertas deficientemente. O volume de solo mobilizado pelo haste foi maior do que o mobilizado pelos discos duplos, todavia, foi menor do que o volume de solo mobilizado pelo cinzel. O uso do sulcador tipo haste, sem o disco de corte, provocou embuchamento frontal de palha, entretanto, abriu um sulco estreito e definido, facilitando o posicionamento regular das sementes. Os discos duplos mobilizaram menor volume de solo e demandaram menos energia. Suas características exigiram grande pressão para penetração e não foram susceptíveis ao embuchamento, com largura da faixa de semeadura pequena, sendo o mais indicado pelos autores, do ponto de vista conservacionista.

Klein & Boller (1995) avaliaram a cultura do milho, em Passo Fundo RS, num Latossolo Vermelho Escuro (LATOSSOLOS VERMELHOS – LV, EMBRAPA, 1999), de acordo com os sistemas de manejo do solo, plantio direto, arado de discos seguido de grade de discos, escarificador seguido de grade de discos e escarificador protótipo e dois tipos de sulcadores na semeadora (tipo haste e disco duplo para colocação de adubo). Em relação aos sistemas de manejo do solo, o plantio direto demonstrou maior compactação na camada superficial (0-5 cm), sendo atribuída ao tráfego de máquinas e implementos agrícolas

sobre a superfície do solo, entretanto, na camada de 5–20 cm, o arado de discos seguido de grade de discos apresentou maior densidade do solo, indicando adensamento sub superficial devido à camada de atuação dos implementos. Quanto à produtividade, o sulcador tipo haste foi mais eficiente para todos os preparos, sendo significativo no plantio direto, proporcionando maior produtividade do que o sulcador tipo disco duplo. Os autores concluíram que a utilização de sulcador tipo haste, elimina o problema da compactação, propiciando para a cultura do milho, melhores produtividades.

Coelho (1998) estudou 5 combinações de elementos sulcadores, utilizando disco duplo, simples e defasado para a unidade semeadura, disco duplo, defasado e haste para a unidade adubadora, em Piracicaba, SP, num Podzólico Vermelho Escuro (ARGISSOLOS VERMELHOS – PV, EMBRAPA, 1999). A semeadura foi realizada numa área irrigada, com palha de soja triturada. Após a operação de semeadura, a cobertura vegetal foi reduzida em todas as combinações de sulcadores, porém não houve diferença entre as combinações. Para a área de sulco e volume de solo mobilizado, as combinações com haste apresentaram os maiores valores (área de sulco 14,13 cm² e volume de solo de 176,61 m³.ha⁻¹), indicando maior mobilização do solo para abrir o sulco, em relação aos com discos (área de sulco de 9,01 cm² e volume de solo de 112,52 m³.ha⁻¹). O autor concluiu que os elementos sulcadores de discos foram os que melhor desempenharam suas respectivas funções na operação de semeadura, apesar da condição deficiente de cobertura promovida pela soja triturada.

Casão Junior et al. (1998) avaliaram o desempenho da semeadora-adubadora para a semeadura direta de soja sobre resteva de trigo, em solo argiloso com alta resistência superficial. Utilizaram, em observações preliminares, dois tipos de rompedores de solo, haste sulcadora e discos duplos desencontrados para abertura de sulco para fertilizante, optando pela haste sulcadora devido a dificuldade dos discos aprofundarem no solo estudado. Trabalhando com teores de água do solo na condição friável e na consistência plástica, e com velocidades de trabalho de 4,5 e 8 km.h⁻¹, observaram que em todas as situações trabalhadas, a área mobilizada no sulco de semeadura foi elevada. Os autores recomendaram o uso da haste sulcadora, que apresentou poucas variações na camada do sulco, mas sugeriram que o projeto da mesma deve ser otimizado, no sentido de reduzir a área mobilizada.

Schlosser et al. (1999) estudaram o efeito da operação de escarificação

em Podzólico Vermelho Amarelo (ARGISSOLOS VERMELHO-AMARELOS – PVA, EMBRAPA, 1999), Santa Maria, RS, em 5 coberturas vegetais do solo (sem cobertura, 3000 e 6000 kg.ha⁻¹ de resíduo de ervilhaca peluda, 4000 kg.ha⁻¹ e 8000 kg.ha⁻¹ de resíduo de aveia) e também o efeito de três mecanismos de semeadura (disco duplo defasado, haste e disco duplo) nas mesmas quantidades de cobertura. A escarificação diminuiu a cobertura do solo em todas as doses de resíduos vegetais, contudo, resultou em cobertura satisfatória para proteção da superfície do solo. Quanto aos mecanismos sulcadores, o disco duplo exerceu maior controle sobre a emergência de plantas daninhas, ao passo que a haste apresentou o menor controle, devido à maior largura do sulco produzida (4,8 cm) que nos demais (4,2 cm disco duplo defasado e 3,5 cm para disco duplo), facilitando a infestação na linha de semeadura. O sulcador tipo haste se movimenta deslizando, recebe maior resistência do solo, promove maior distúrbio na linha de semeadura e resulta num sulco mais largo. A condição de baixo teor de água no solo no momento da semeadura, também pode ter favorecido o rompimento e a mobilização do solo pela haste. Os discos defasados e duplos, segundo os autores, abrem o sulco rompendo o solo por compressão em forma de “V”, o que aumenta a largura do sulco com aumento de sua profundidade.

O sulcador do tipo haste também propiciou maior emergência da soja que os demais, pois segundo Schlosser et al. (1999), este mecanismo pode ter afastado os resíduos semi incorporados e grandes torrões da região de deposição das sementes, devido seu efeito deslizante, sofrendo menos efeito dos resíduos para aprofundar no solo, e também operando em camada maior (5,2 cm), depositando as sementes numa região onde o teor de água e à temperatura do solo são mais adequados à germinação das sementes. Os sulcadores de disco defasado e duplo, deslocam-se rolando sobre a superfície e rompem o solo por compressão e, assim, estão mais sujeitos à interferência dos resíduos na abertura do sulco, dificultando seu aprofundamento.

Araújo et al. (1999a) avaliaram 4 semeadoras em Londrina, PR, em Terra Roxa Estruturada (NITOSSOLOS VERMELHOS – NV, EMBRAPA, 1999), para semeadura de soja e milho, com haste sulcadora parabólica na semeadora 1 e haste reta para as demais (2, 3 e 4). Obtiveram média de 10,74 cm e 10,21 cm de camada do sulco, para velocidades de 4,5 km.h⁻¹ e 8,0 km.h⁻¹. A área mobilizada de solo foi de 77,5 cm² para velocidades de 4,5 km.h⁻¹ e 88,87 cm² para 8,0 km.h⁻¹, respectivamente. No experimento com

soja, os sulcadores trabalharam mais uniforme e na maior velocidade, ocorrendo diferença apenas entre a semeadora 1 e as demais, sendo que a profundidade do sulco e a área mobilizada de solo, foram menores na semeadora 1, devido às formas parabólicas da haste e plana na superfície da sua ponteira. A média da profundidade de semeadura foi superior à desejada em todas as semeadoras, sendo de 6,15 cm e 6,04 cm para as velocidades de 4,5 km.h⁻¹ e 8 km.h⁻¹. Os autores observaram também maior índice de emergência para a semeadora 1, pois a menor área mobilizada de solo, promoveu adequadas condições para a emergência pela pequena largura do sulco e melhor posicionamento das sementes.

Araújo et al. (1999c) realizaram observações preliminares do desempenho da semeadora-adubadora de plantio direto em Londrina, PR, num Latossolo Roxo muito argiloso com as principais composições de sulcadores: haste sulcadora e discos duplos desencontrados para abertura de sulco para fertilizantes. Optou-se pela utilização da haste em virtude da dificuldade dos discos duplos penetrarem apropriadamente no solo. Após avaliar a semeadora, os autores não verificaram embuchamentos durante a operação, porém, concluíram que a movimentação de solo no sulco deve ser reduzida e recomendaram a avaliação de hastes sulcadoras com diferentes formas e dimensões.

As semeadoras adubadoras de plantio direto possuem mecanismos sulcadores, que devem ser adequados para conseguir penetrar com facilidade no solo mais adensado superficialmente, típico do plantio direto, exigindo baixa força de tração e movimentando pouco solo no sulco. O desempenho do sulcador depende de vários fatores, tais como velocidade de operação, posição em relação aos demais sulcadores da semeadora, condições físicas do solo, nível de aderência de solo e das características geométricas da própria forma da haste ou disco (Araújo et al., 2001).

A aderência de solo nos sulcadores (disco de corte, disco duplo e haste) é tanto maior, quanto maior forem os teores de argila e de água no solo, abrindo sulcos mais largos, aumentando a mobilização do solo e ocorrendo embuchamento de palha nos sulcadores. Araújo et al. (2001) após informações coletadas e discutidas com produtores da região do Estado do Paraná, relatam que em condições de reduzida quantidade de palha na superfície do solo, pode-se retirar o disco de corte e operar apenas com discos duplos para sementes e fertilizantes, de modo a reduzir a aderência de solo nos discos. Quando o volume de palha na superfície é grande, acima de 6000 kg.ha⁻¹, e o espaçamento entre linhas da

semeadora é reduzido (menor ou igual a 50 cm) aumenta a possibilidade de embuchamentos principalmente quando se usa sulcadores do tipo haste. Segundo os autores anteriores, o manejo da cobertura vegetal também pode influenciar, pois, para coberturas pouco fragmentadas, com rolo-faca ou colhedoras de milho sem picadores, devem ser usadas semeadoras com espaçamento entre linhas largos (90 cm ou mais) evitando embuchamento.

Na década de 80, em solos muito argilosos, o plantio direto apresentou uma lenta expansão pela inadequação das máquinas semeadoras. O problema da compactação superficial nesses solos, o baixo teor de matéria orgânica, baixa cobertura vegetal e tráfego intenso de máquinas, em especial com solo na consistência plástica, fez os produtores adaptarem suas semeadoras, introduzindo hastes sulcadoras ao invés de discos duplos para abertura de sulco de fertilizante. Além disso, os fabricantes aperfeiçoaram os rompedores da camada compactada, para posicionar o fertilizante cerca de 5 cm ao lado e abaixo da semente, oferecendo ambiente mais adequado para a implantação das culturas (Casão Junior et al., 2000c).

Casão Junior et al. (2000c) verificaram o desempenho de semeadoras-adubadoras para plantio direto, em Primeiro de Maio, PR, num solo muito argiloso, optando em configurar todas as semeadoras avaliadas por hastes sulcadoras, porém definindo o ângulo de ataque de 20° e espessura da ponteira de 2 cm. A semeadora que se destacou, abriu um sulco de 15 cm de profundidade e mesmo com semeadoras consideradas leves, foi possível realizar o corte da cobertura e penetrar no solo, pois segundo os autores, as hastes sulcadoras podem ter provocado esforço vertical, puxando a máquina para dentro do solo, reduzindo a necessidade de peso adicional.

Casão Junior et al. (2000b) verificaram que o teor de água no solo próximo à consistência plástica, provocou problemas freqüentes de embuchamento, independente do tipo de rompedor utilizado, o que não ocorreu na condição de solo friável. Casão Junior et al. (2000a) para as mesmas condições anteriores, observaram que de forma geral, a semeadora conseguiu manter a camada de sulco uniforme durante o trabalho, e que a haste sulcadora, mesmo estreita, mobilizou consideravelmente o solo, o que não é desejável em plantio direto, pois segundo os autores, caracteriza um preparo localizado facilitando a ocorrência de ervas daninhas e erosão, porém, com vantagem de posicionar o fertilizante abaixo das sementes e romper camadas compactadas superficiais do solo.

Para a cultura do milho, Mello & Takahashi (2000) e Mello et al. (2001) em Ilha Solteira, SP, num solo Latossolo Vermelho Escuro argiloso (LATOSSOLOS VERMELHOS textura argilosa – LV, EMBRAPA, 1999), verificaram que a lotação inicial e final de plantas foi menor na combinação entre mecanismo rompedor de discos com roda compactadora côncava, em relação ao mecanismo rompedor haste sulcadora, não houve diferença para os tipos de rodas, côncava e em “V”. Os valores de densidade do solo, macroporosidade, porosidade total e de resistência à penetração mostraram-se significativamente menores na linha de semeadura, para a camada superficial (0 a 10 cm), no mecanismo rompedor haste sulcadora em relação ao disco duplo, sendo que nas camadas de 10 a 20 cm não ocorreram diferenças. Os autores descreveram que a haste foi mais eficiente do que o mecanismo com disco duplo no rompimento da compactação do solo, contudo a produtividade não diferiu de acordo com os mecanismos.

Dentre os experimentos desenvolvidos por Silva (2000b), em Latossolo Roxo distrófico, no município de Cascavel, PR, destaca-se a combinação de dois mecanismos sulcadores (discos duplos para sementes e fertilizantes; discos duplos para sementes e haste sulcadora para fertilizantes) da semeadora PST 2 para a semeadura do milho em plantio direto. Foi verificado maior esforço tratorio na haste, ou seja 69 % a mais de tração média na barra, do que o disco duplo defasado. Também houve maior exigência de força por linha na haste, devido à maior profundidade de trabalho (deposição de semente de 4,76 cm para haste e 2,98 cm para discos duplos), mobilizando maior volume do solo do que no disco. Silva et al. (2001) encontraram maior área mobilizada, maior profundidade de deposição de sementes e menor número de sementes expostas no sulcador tipo haste comparado com o disco duplo, porém não verificaram influência no índice de manutenção da cobertura do solo.

Segundo Casão Junior. (2000), atualmente, uma questão se mostra evidente: a qualidade do acabamento do sulco de semeadura com cobertura morta vegetal.

4.5 Manejo do solo na cultura da soja

Dentre as oleaginosas, segundo EMBRAPA (2000), a soja se destaca com participação de 51 % do total produzido no mundo, sendo que o Brasil produz 20,1 % desse total. A produtividade de soja no Brasil concentrou-se na região centro-sul até o início

dos anos 80, a partir daí, a participação da região centro-oeste, cultivando a soja em sistema de plantio direto, aumentou significativamente. Na safra de 1999/2000 a região centro-oeste foi responsável por 44,60 % da produtividade brasileira, contra 40,20 % da região sul, sendo as demais regiões (sudeste, norte e nordeste) com 15,20 %. Em 1997, a ocupação em semeadura direta com soja em São Paulo era de 6 % em relação às outras culturas do estado. Segundo Agrianual (2000), a produtividade média de soja no estado de São Paulo para o ano de 1999 foi de 2730 kg.ha⁻¹ e segundo Agrianual (2001), para 2000, o estado produziu média de 2300 kg.ha⁻¹ de grãos.

A soja tem sido, dentre as principais culturas, a mais adaptada ao cerrado brasileiro. Kluthcouski et al. (2000), em Santa Helena, GO, num Latossolo Roxo eutrófico (LATOSSOLOS VERMELHOS Eutroféricos – LVef, EMBRAPA, 1999), submeteram as culturas de soja, milho, arroz e feijão, aos sistemas de preparo do solo plantio direto (durante 8 anos), escarificação profunda, grade aradora e aração profunda com aivecas. Dentre as culturas, a soja, seguida do feijão, demonstrou ser a espécie mais adaptada ao sistema de plantio direto, contudo, não houve efeito dos sistemas de preparo sobre a produtividade de soja. Boller et al. (1993) evidenciaram a viabilidade da semeadura de soja em solo preparado somente com uma escarificação comparada com escarificação seguida de duas gradagens niveladoras, mesmo sem adaptar complementos à semeadora-adubadora, porém, as precipitações pluviométricas ocorridas na emergência, anularam possíveis efeitos entre os tratamentos.

Mello (1988) estudou os efeitos de diferentes sistemas de manejo do solo na cultura da soja durante três anos, e verificou altas taxas de infiltração e maior compactação nos sulcos de semeadura no plantio direto, desencadeando piores condições para o desenvolvimento da cultura, população final e produtividade. A maior produtividade ocorreu no preparo com arado de discos e duas gradagens. A produtividade foi reduzida em todos os manejos devido a deficiência hídrica no solo. Lopes (2001) também encontrou menores produtividades devido à deficiência hídrica ocorrida, principalmente, na floração e no enchimento de grãos da soja cultivada após pastagem. Verificou maiores produtividades no preparo convencional comparado com o plantio direto, que apresentam, respectivamente, 1799 kg.ha⁻¹ e 1536 kg.ha⁻¹ de grãos. Longos períodos de estiagem verificados em por Barizon (2001), provocou atraso na época de semeadura da soja, em plantio direto sobre pastagem com

Brachiaria brizantha, realizada no final de dezembro, desencadeando baixas produtividades (média de 1860 kg.ha⁻¹), tanto no manejo com palhada quanto sem palhada. Em condições consideradas adequadas para a cultura da soja, Santos (2000) não verificou diferenças entre os sistemas de manejo do solo, obtendo respectivamente 3670 kg.ha⁻¹ e 3761 kg.ha⁻¹ de produtividade, para o plantio direto e preparo convencional.

A soja produz menor quantidade de restos culturais quando comparada com outras culturas. Seus restos culturais são mais facilmente decompostos do que os das gramíneas, portanto, é necessário que o cultivo seja alternado com culturas que apresentem maior produtividade de resíduos e de mais lenta decomposição, favorecendo a manutenção da matéria orgânica do solo, utilizando assim o sistema de rotação de culturas (Cardoso, 1993). Para o autor, a rotação de culturas possibilita melhor aproveitamento dos fertilizantes adicionados e os sistemas radiculares, que exploram diferentes camadas, aproveitam melhor a água e nutrientes do solo. Também, as condições físicas e químicas do solo são melhoradas em maiores camadas, pela ação direta da penetração das raízes, bem como pela decomposição de seus restos culturais.

Fontaneli et al. (2000), em Passo Fundo, RS, num Latossolo Vermelho Escuro distrófico (LATOSSOLOS VERMELHOS Distróficos – LVd, EMBRAPA, 1999), compararam quatro seqüências com culturas e espécies forrageiras anuais de inverno (aveia branca, aveia preta pastejada, aveia preta seguida de ervilhaca pastejada e trigo) sobre a produtividade e nodulação da soja semeada em sucessão no plantio direto, durante cinco anos. A produtividade da soja foi influenciada pelo ano, devido às variações climáticas ocorridas. Somente no primeiro ano, houve efeito na produtividade da soja de acordo com o tipo de cultura antecessora, sendo que após aveia preta com ervilhaca e após trigo, as produtividades foram mais elevadas, 3022 kg.ha⁻¹ e 2568 kg.ha⁻¹, respectivamente. No último ano de sucessão, ocorreu precipitação pluviométrica bem distribuída (765 mm), principalmente no estágio de pleno florescimento da soja, estando acima da exigida pela cultura (cerca de 700 mm). Isso favoreceu a ocorrência do valor mais elevado de produtividade (3245 kg.ha⁻¹), em comparação aos demais anos. Para a nodulação não foram observadas diferenças nas diferentes combinações, após cinco anos de plantio direto. Este trabalho mostra que o fator climático teve maior influência na produtividade da soja do que o sistema de sucessão adotado.

4.5.1 Interferências no sistema radicular

Estudando o efeito de dois tipos de solo (Latosolo Vermelho Escuro fase arenosa e Terra Roxa Estruturada – LATOSSOLOS VERMELHOS textura média – LV e NITOSSOLOS VERMELHOS - NV, EMBRAPA, 1999) sobre o comportamento do sistema radicular da soja, Benez et al. (1979) observaram que o sistema radicular foi mais desenvolvido, quanto a matéria seca, no solo de textura média e mais superficial no solo de textura argilosa. Comparando ainda, sistemas de manejo do solo, foram verificadas maiores matéria secas de raízes nos dois tipos de solos, para os sistemas de maior mobilização da camada superficial (enxada rotativa, uma aração e duas gradagens) do que o plantio direto.

O tipo de solo é característica determinante no desenvolvimento do sistema radicular. Segundo Whiteley & Dexter (1982), em solos onde as raízes finas podem explorar canais radiculares e fissuras existentes, as culturas com raízes pivotantes são mais afetadas pela compactação que aquelas com raízes fasciculadas mais finas. Ralisch et al. (1983) verificaram que a camada superficial compactada no plantio direto, devido à ação de compressão de tráfego, dificultou o enraizamento da soja, mas não impediu a transposição destas para camadas inferiores.

Para a cultura do milho, Gamero (1985) estudando o desenvolvimento do sistema radicular em sistemas de preparo do solo, verificou que a matéria seca de raízes adventícias foram superiores nos tratamentos com enxada rotativa e convencional, comparada com o cultivo mínimo, podendo estar relacionado com a maior resistência à penetração na camada de 0-20 cm do solo no cultivo mínimo, quando comparado com os demais preparos. Ainda para a cultura do milho, Ball-Coelho et al (1998) encontraram desenvolvimento radicular mais superficial no plantio direto devido à maior densidade do solo na camada de 0-15 cm, do que no preparo convencional. Tavares Filho et al. (2001) verificaram que o plantio direto (vinte anos estabelecidos), comparado com o preparo convencional (dez anos estabelecidos), em Latossolo Roxo argiloso (LATOSSOLOS VERMELHOS textura argilosa LV, EMBRAPA, 1999), apresentou melhores condições de continuidade estrutural para o desenvolvimento radicular da cultura do milho.

Simulando condições de campo, Moraes (1988) avaliou dois tipos de solo (Terra Roxa Estruturada e Latossolo Roxo – NITOSSOLOS VERMELHOS – NV e

LATOSSOLOS VERMELHOS - LV, EMBRAPA, 1999) no desenvolvimento do sistema radicular de soja, controlando-se os níveis de compactação a 14 cm de profundidade e o teor de água do solo. A elevação do nível de compactação resultou em menor desenvolvimento do sistema radicular das plantas de soja, para os dois solos, sendo mais prejudicial para Latossolo Roxo (LATOSSOLOS VERMELHOS). A penetração e o desenvolvimento radicular ficaram impedidos com densidades de 1,30 e 1,23 g.cm⁻³, respectivamente, para Terra Roxa Estruturada (NITOSSOLOS VERMELHOS) e Latossolo Roxo (LATOSSOLOS VERMELHOS).

A compactação do solo diminui o crescimento radicular, podendo afetar tanto o desenvolvimento quanto a produtividade da soja, onde o aumento da densidade do solo diminui o acúmulo de matéria seca radicular da soja, principalmente na camada compactada, o que foi conferido em experimentos por Benez et al. (1986), Moraes et al. (1991), Silva (1998), e Foloni (1999). Nesse contexto, Rosolem et al. (1994), em solo Latossolo Vermelho Escuro, de textura média (LATOSSOLOS VERMELHOS textura média – LV, EMBRAPA, 1999) estudaram os efeitos da compactação sub superficial (15 cm de camada) na morfologia radicular da soja em vasos com camadas compactadas de 3,5 cm de altura, nas densidades de 1,03; 1,25; 1,48 e 1,72 g.cm⁻³. O aumento da densidade levou à diminuição na massa seca das raízes e na produtividade de matéria seca da parte aérea, sendo que na maior densidade, praticamente todo o sistema radicular se concentrou na camada de 0-15 cm do vaso. Na densidade de 1,25 g.cm⁻³ houve diminuição do crescimento radicular, mas o crescimento só foi completamente inibido na maior densidade, onde a absorção de nitrogênio foi prejudicada.

Johnson et al. (1990) verificaram que porções de solo compactadas na superfície, reduziram 15 % a produtividade de soja, enquanto porções de solo compactadas em sub superfície provocaram redução na altura das plantas. Esse decréscimo no crescimento vegetativo, não resultou em decréscimo proporcional na produtividade.

Nas áreas onde são cultivadas plantas sob práticas agrícolas mecanizadas podem ocorrer, com o cultivo intenso do solo e seu preparo em condições inadequadas, a formação de camadas compactadas em sub superfície, as quais oferecem resistência ao crescimento das raízes (Rosolem et al., 1994). Segundo Bennie (1996), a influência do manejo do solo no desenvolvimento radicular das plantas, depende do ambiente

do solo, do tipo de planta, do estágio de desenvolvimento do sistema radicular analisado e da metodologia empregada para avaliação.

O sistema radicular da soja é do tipo pivotante, e, em condições normais de cultivo, distribui-se principalmente nos primeiros 150 mm do solo, correspondendo cerca de 40% da superfície radicular (Câmara, 1998). Segundo Merotto Junior & Mundstock (1999), vale ressaltar que as raízes podem crescer através dos poros e pontos de menor resistência, mas são incapazes de reduzir seu diâmetro para penetrar em poros menores.

Queiroz-Voltan et al. (2000) verificaram o efeito da compactação do solo no desenvolvimento de raízes de soja (cultivar IAC-8 e IAC-14). O experimento foi conduzido em vasos, com solo Latossolo Roxo (LATOSSOLOS VERMELHOS – LV, EMBRAPA, 1999), variando os níveis de compactação (0,95; 1,20; 1,35 e 1,50 kg.L⁻¹) numa camada de 15 cm, colocada a 10 cm de profundidade da superfície. Para a cultivar IAC-8, o aumento da densidade do solo diminuiu o peso da matéria seca da raiz e o desenvolvimento da parte aérea também foi afetado. Efeito semelhante foi verificado na cultivar IAC-14, porém, nas densidades intermediárias (1,20 e 1,35 kg.L⁻¹) observou-se tendência de aumento da massa da matéria seca da raiz e do desenvolvimento da parte aérea, mostrando que uma moderada compactação foi benéfica às plantas, quando comparada a um solo solto e desagregado. A produtividade da soja não foi afetada pelo aumento das densidades, mesmo com o decréscimo no crescimento vegetativo, sugerindo que as duas cultivares podem ser bem adaptadas a solos compactados, nos níveis analisados.

Na cultura da cana-de-açúcar, Duruoha (2000) observou que no Latossolo Vermelho Escuro (LATOSSOLOS VERMELHOS, EMBRAPA, 1999) ocorreu maior volume radicular na camada compactada, do que no Nitossolo Vermelho distrófico (NITOSSOLOS VERMELHOS Distroférricos – NVdf), mas o desenvolvimento radicular foi prejudicado com o aumento da compactação, independente do tipo de solo.

Costa (2000) em Ponta Grossa, num Latossolo Vermelho Escuro álico (LATOSSOLOS VERMELHOS Distróficos - LVd, EMBRAPA, 1999), estudou o comportamento de raízes de soja em plantio direto com doses de calcário em cobertura. A soja respondeu positivamente à aplicação de calcário, aumentando 38% na produtividade com aplicação de 6,75 t.ha⁻¹ incorporado, enquanto que a calagem na superfície aumentou 23% na produtividade. Na linha de semeadura de soja e na camada de 0-5 cm a concentração de raízes

foi maior quando se aplicou calcário e na entrelinha a distribuição mais uniforme ocorreu com presença de calcário, independente da dose e modo de aplicação. O autor indica que a compactação da camada superficial do solo, pode ter interferido na distribuição do sistema radicular da soja e na sua forma de resposta à calagem.

As alterações na estrutura do solo afetam de forma intensa as complexas interações que ocorrem no sistema solo-planta-atmosfera. Segundo Klein (2001), são três principais parâmetros físicos do solo que influem no desenvolvimento das plantas: quantidade de água disponível no solo, que é afetada pelas condições climáticas e também pelas alterações na geometria porosa do solo, alterando a dinâmica de água no solo; condição de resistência mecânica do solo à penetração de raízes, que dependem da densidade do solo e do teor de água. Solos com densidade elevada, desde que o teor de água se mantenha elevado, podem não apresentar problemas ao crescimento das plantas, o mesmo não ocorre com períodos de deficiência hídrica, onde o impedimento do sistema radicular faz com que os fitorreguladores paralise o crescimento da parte aérea, o que explica a baixa produtividade no plantio direto em anos agrícolas com deficiência hídrica; porosidade do solo, onde alterações na distribuição do tamanho dos macroporos (fluxo de gases), pode acarretar anaerobiose do sistema radicular, afetando seriamente o desenvolvimento e produtividade das plantas.

5 MATERIAL E MÉTODOS

5.1 Material¹

5.1.1 Área experimental

O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental Lageado, pertencente à Faculdade de Ciências Agronômicas - Câmpus de Botucatu - UNESP, no Município de Botucatu, Estado de São Paulo, ocupando uma área de 6120 m², no período compreendido entre agosto de 1999 a abril de 2000, para o primeiro ano experimental, e entre maio de 2000 a maio de 2001, para o segundo ano experimental.

A localização geográfica é definida pelas coordenadas 22° 49' 41" Latitude Sul, 48° 25' 37" Longitude Oeste e altitude média de 770 m, sendo a declividade máxima de 6 % no sentido oeste.

A área havia sido utilizada para desenvolvimento do experimento de mestrado (Grego, 1999) no período de outubro de 1997 a julho de 1998, com delineamento experimental em blocos ao acaso (seis tratamentos e quatro repetições). Foi avaliado o manejo do solo e da cobertura vegetal espontânea, no feijão das águas (novembro de 1997 a abril de 1998) e da seca (março de 1998 a julho de 1998), através dos preparos do solo convencional

¹ Citações de marcas comerciais não indicam recomendações de uso pelo autor

(uma gradagem pesada seguida de duas gradagens leves) e plantio direto (maneios da cobertura com rolo-faca e triturador de palhas, e dentro de cada manejo, foi aplicado herbicida dessecante, antes e depois dos maneios).

Após o término da coleta de dados para a dissertação, foi semeado milho no verão, através de semeadura direta em toda área experimental, seguido de pousio no inverno. As médias da quantidade de matéria seca formada por resíduos vegetais e vegetação espontânea, para as parcelas de plantio direto anteriormente implantado, foram de 7646 kg.ha⁻¹, e para as de preparo convencional de 5980 kg.ha⁻¹. As espécies de plantas predominantes na área após pousio de inverno foram: guanxuma (*Sida rhombifolia* L.) e rubim (*Leonurus sibiricus* L.), nabiça (*Raphanus raphanistrum* L.), capim marmelada (*Brachiaria plantaginea* (Link)) e milho (*Zea mays* L.).

5.1.2 Solo e clima

O solo da área classificado por Carvalho et al. (1983) como Série Lageado - Terra Roxa Estruturada Distrófica textura argilosa, corresponde de acordo com a legenda complementar dos autores (2002), que classifica os solos pelo Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 1999), a NITOSSOLOS VERMELHOS Distroférricos e Eutroférricos A moderado textura argilosa e muito argilosa relevo ondulado (NVdf; NVef).

Os resultados das análises químicas e granulométricas no início da condução deste experimento estão nos Quadros 1 e 2, respectivamente. Os resultados para caracterização da densidade do solo, são apresentados na Figura 1, e os da resistência do solo à penetração, na Figura 2. No momento da medição da resistência do solo à penetração, os teores médios de água do solo, de acordo com a camada, foram de 307,9 g.kg⁻¹ (0 a 10 cm); 301,8 g.kg⁻¹ (10 a 20 cm) e 301,2 g.kg⁻¹ (20 a 30 cm).

O clima, de acordo com a classificação de Koeppen é do tipo Cfa, sub tropical, com verões quentes e úmidos e invernos frios e secos, cujos balanços hídricos durante o experimento encontram-se nas Figuras 3, 4 e 5. As precipitações pluviométricas e as temperaturas mensais durante o período experimental, e as fases de cultivo encontram-se ilustradas nas Figuras 6 e 7.

Quadro 1 Análises químicas do solo, nas camadas de 0-5 e 5-20 cm. Médias separadas para preparo convencional (PC) e plantio direto (PD), anteriormente implantados, em 28/08/99.

Parcelas	Camada 0-5 cm									
	pH	MO	P resina	H+Al	K	Ca	Mg	SB	CTC	V%
	CaCl ₂	g.dm ⁻³	mg.dm ⁻³	mmol _c . dm ⁻³						
PC	4,8	27	34	50	4,0	20	11	36	85	42
PD	5,2	29	44	37	4,9	27	17	49	86	57
Parcelas	Camada 5-20 cm									
	pH	MO	P resina	H+Al	K	Ca	Mg	SB	CTC	V%
	CaCl ₂	g.dm ⁻³	mg.dm ⁻³	mmol _c . dm ⁻³						
PC	4,9	26,50	40	44	2,9	22	12	37	81	45
PD	4,8	24,50	41	46	3,0	19	11	31	74	37

Quadro 2 Análise granulométrica do solo, nas camadas de 0-10 e 10-20 cm, no início da condução do experimento, em 28/08/99.

Camada	AMG	AG	AM	AF	AMF	Areia	Argila	Silte	Textura
---cm---	-----%								
0 – 10	traços	0	4	5	3	12	75	13	Muito Arg.
10 – 20	traços	0	2	5	4	11	78	11	Muito Arg.

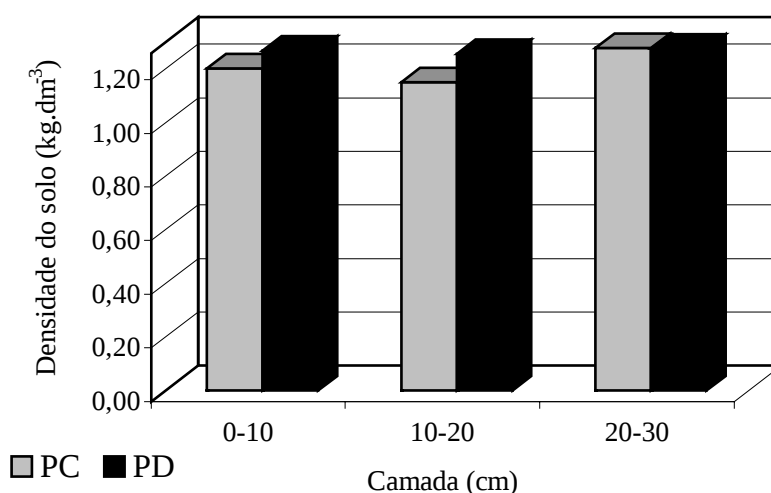


Figura 1 Densidade do solo (kg.dm⁻³) nas camadas de 0-10, 10-20 e 20-30 cm. Médias separadas para preparo convencional (PC) e plantio direto (PD) anteriormente implantados, em 28/08/99.

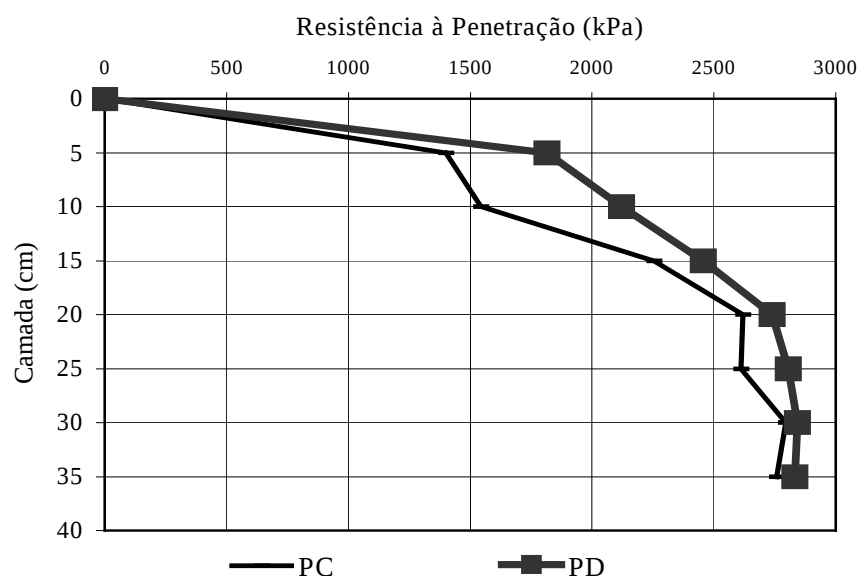


Figura 2 Resistência do solo à penetração (kPa), na camada de 0 - 35 cm, para preparo convencional (PC) e plantio direto (PD) anteriormente implantados, para um teor médio de água $303,6 \text{ g.kg}^{-1}$, em 28/08/99

5.1.3 Insumos Agrícolas

5.1.3.1 Sementes

Foram utilizadas as seguintes espécies e quantidades de sementes:

- Milheto (*Pennisetum americanum* (L.) Leeke), semeado em setembro de 1999, cultivar comum, 66% de poder germinativo e 97,7 % de pureza. Milheto semeado em setembro de 2000, cultivar BN2, 60 % de poder germinativo e 95 % de pureza. Ambos foram semeados na quantidade de 25 kg.ha^{-1} de sementes e no espaçamento de 20 cm entrelinhas.

- Soja (*Glycine max* (L) Merrill), semeada em dezembro de 1999, cultivar Coodetec 201, com 85 % de poder germinativo e 99,9 % de pureza, na quantidade de sementes de 85 kg.ha^{-1} . Soja semeada em novembro de 2000, cultivar FT 2000, 96 % de poder germinativo, 98 % de pureza, na quantidade de 70 kg.ha^{-1} . Ambas são de ciclo precoce e foram utilizadas na densidade de semeadura de 25 sementes por metro e espaçamento de 50 cm entrelinhas;

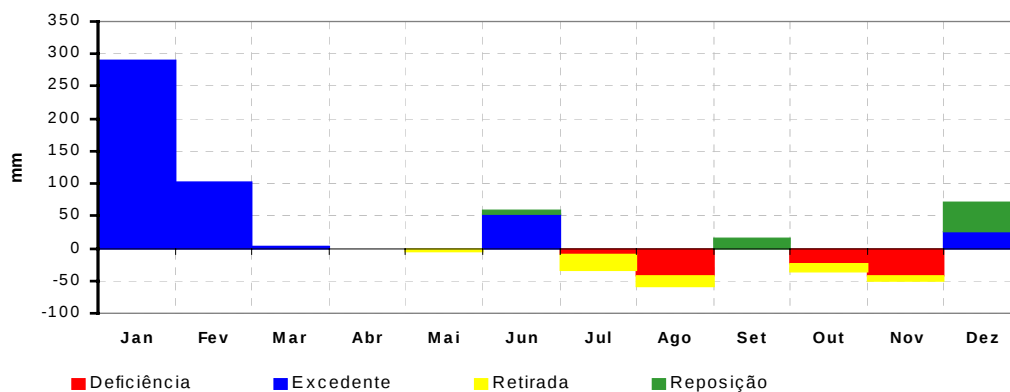


Figura 3 Balanço hídrico mensal no ano de 1999, na Fazenda Experimental Lageado, em Botucatu – SP. Fonte: Departamento de Ciências Ambientais, FCA / UNESP

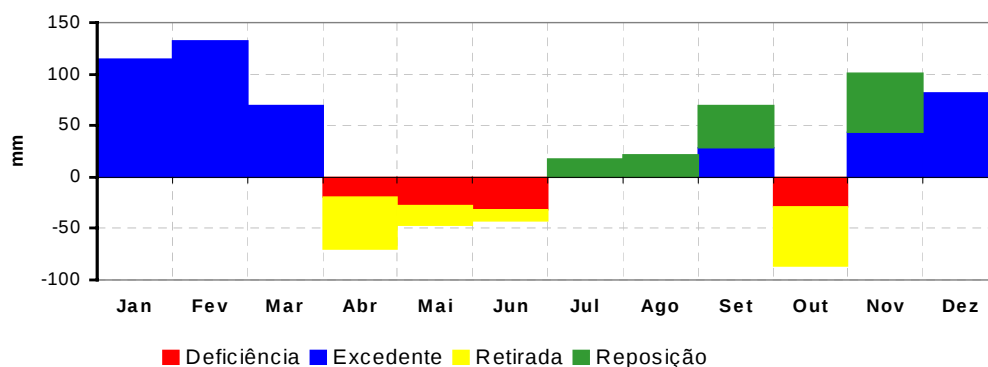


Figura 4 Balanço hídrico mensal no ano de 2000, na Fazenda Experimental Lageado, em Botucatu – SP. Fonte: Departamento de Ciências Ambientais, FCA / UNESP

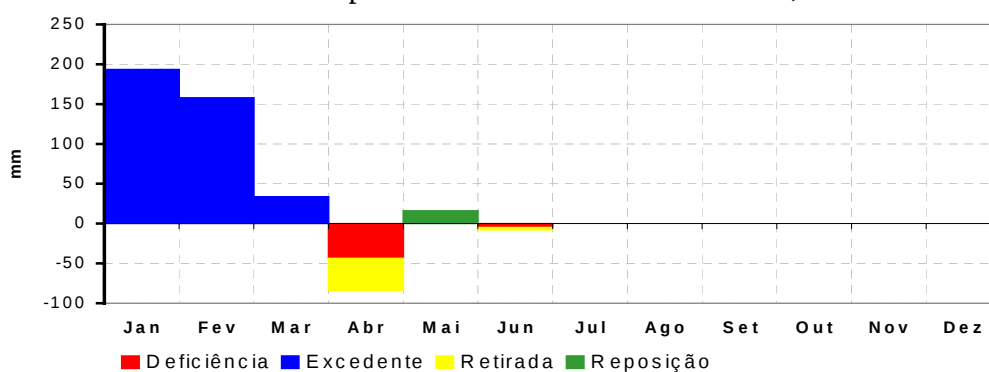


Figura 5 Balanço hídrico mensal no ano de 2001 até junho, na Fazenda Experimental Lageado, em Botucatu – SP. Fonte: Departamento de Ciências Ambientais, FCA / UNESP

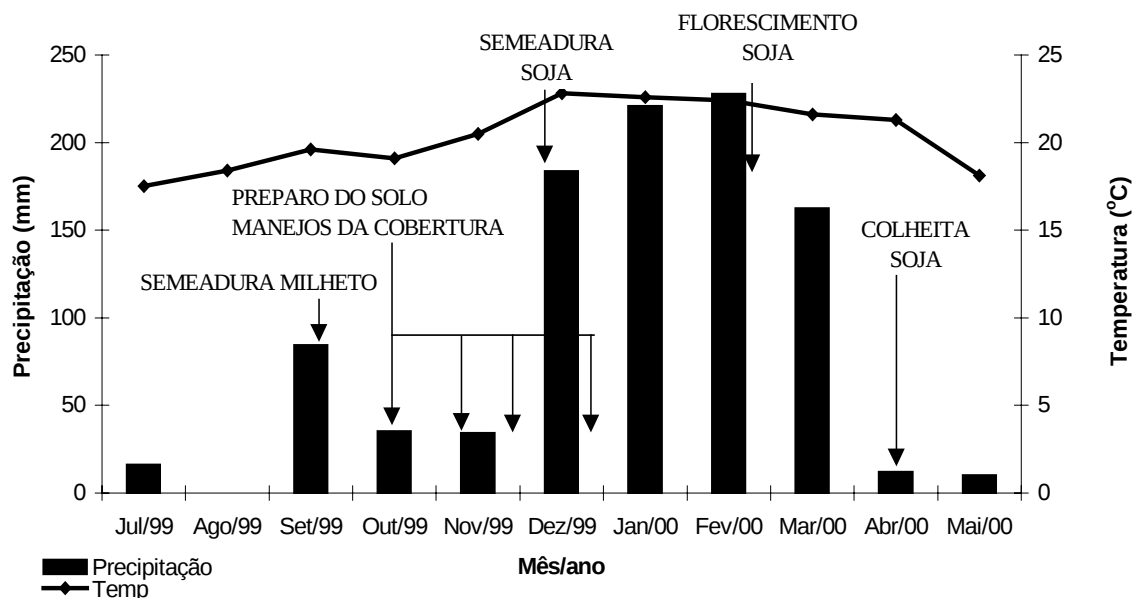


Figura 6 Precipitação pluviométrica (mm) e temperatura (°C) mensais nas fases de cultivo, período de junho de 1999 a maio de 2000 da Fazenda Experimental Lageado, Botucatu, SP.

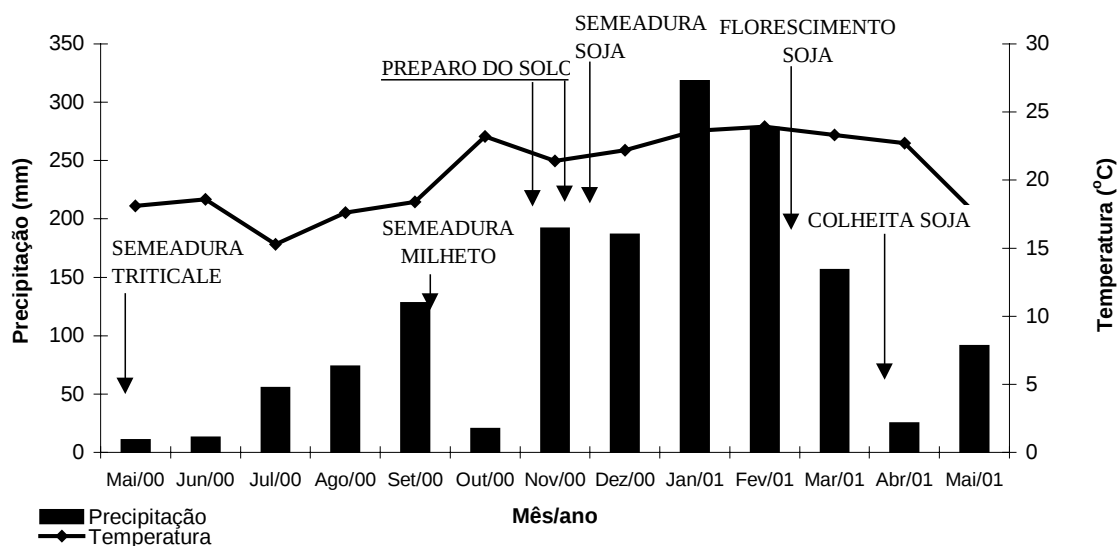


Figura 7 Precipitação pluviométrica (mm) e temperatura (°C) mensais e as fases de cultivo, no período de maio de 2000 a maio de 2001 da Fazenda Experimental Lageado, Botucatu, SP.

- Triticale (*X Triticosecale* W.), semeado em maio de 2000, cultivar Embrapa 18 com 82 % de poder germinativo e 99 % de pureza na quantidade de 80 kg.ha⁻¹ de sementes e espaçamento de 17 cm entrelinhas.

5.1.3.2 Fertilizantes e corretivos

Para a adubação nas semeaduras, utilizou-se: 150 kg.ha⁻¹ da fórmula 8-28-16 para o triticale; 100 kg.ha⁻¹ da fórmula 4-14-8 para as duas semeaduras do milho; 250 kg.ha⁻¹ da fórmula 4-14-8 para o primeiro ano de semeadura da soja e 250 kg.ha⁻¹ da fórmula 2-20-10 para o segundo.

As sementes de soja, antes da semeadura, foram submetidas à inoculação com inoculante turfoso junto com o fungicida para tratamento de sementes, na dosagem de 1 kg de inoculante a cada 100 kg de soja no primeiro ano, e de 500 g a cada 100 kg de soja no segundo ano.

Após a colheita do primeiro cultivo da soja, verificou-se, através da análise de fertilidade do solo, a necessidade de calagem. Com o objetivo de elevar a saturação por bases a 60% para a próxima semeadura da soja (Raij et al., 1997), foi aplicado calcário dolomítico faixa “C” (PRNT 75,1% e PN 97,9%) lançado manualmente em cobertura e em quantidades adequadas por tratamento, variando de 2 a 3 t.ha⁻¹.

5.1.3.3 Defensivos agrícolas

Durante os manejos da cobertura vegetal e os cultivos da soja, utilizou-se os seguintes produtos:

- Herbicida dessecante: dessecação das coberturas vegetais com 2,5 L.ha⁻¹ de glifosato (glyphosate), e dessecação da soja para colheita com 2 L.ha⁻¹ de gramoxone (paraquat);

- Herbicida pós emergente: no primeiro cultivo da soja, 1,2 L.ha⁻¹ de basagran (bentazon) e 2 L.ha⁻¹ fusilade (fluazifop – p), e no segundo cultivo da soja, 60 g.ha⁻¹ de smart (chlorimuron ethyl) e 0,35 L.ha⁻¹ de select (clethodim) com 1 L.ha⁻¹ de assist (óleo mineral);

- Inseticida: para os dois cultivos da soja, 200 ml.ha⁻¹ de decis 25 CE (deltamethrin) para controle da lagarta da soja e da larva de Idiamim (*Lagria villosa*), e no segundo cultivo usou-se também 375 ml.ha⁻¹ de nuvacron (monocrotophos) para controle do percevejo marrom, mirex (isca tóxica) para controle de formigas sempre que necessário;

- Fungicida: para os dois cultivos da soja, as sementes foram tratadas com 250 ml a cada 100 kg de sementes de soja de vitavax – thiram 200 SC (carboxin - thiram).

5.1.4 Máquinas e equipamentos Agrícolas

5.1.4.1 Tratores

- Trator marca Valmet, modelo 128-4, com tração dianteira auxiliar, potência de 90,5 kW no motor e massa em ordem de marcha de 7260 kg, para as operações de escarificação, gradagem niveladora e para semeadura da soja;

- Trator marca Massey Ferguson, modelo MF 235, com tração 4 x 2, potência de 37,5 kW no motor e massa em ordem de marcha de 1996 kg, para as operações de pulverização;

- Trator marca Massey Ferguson, modelo MF 299, com tração 4 x 2 TODA potência de 94 kW no motor e massa em ordem de marcha de 7324 kg, para as operações de gradagem pesada

- Trator marca Massey Ferguson, modelo MF 265, com tração 4 x 2 potência de 48,5 kW no motor e massa em ordem de marcha de 3743 kg, para as operações de semeadura do milho e do triticale.

5.1.4.2 Equipamentos Agrícolas

- Grade pesada de arrasto com controle remoto, marca Marchesan, modelo GASPCR/10, com 10 discos recortados de 81 cm (32”) de diâmetro, largura de corte de 205 cm e massa de 1302,7 kg;

- Escarificador de arrasto, marca Jan, modelo Jumbo Matic JMHD-7, com sete hastes espaçadas a 33,4 cm, ponteiros de 5 cm de largura com comprimento de 43 cm e ângulo de 24° com o plano horizontal, com largura de operação de 280 cm, equipado com discos de corte flutuante de 45,7 cm (18”) inseridos à frente de cada haste, rolo destorroador/nivelador laminar dentado e massa de 1075 kg;

- Grade niveladora / destorroadora de arrasto, marca Marchesan, modelo GNL/32-784, com 32 discos (16 recortados dianteiros e 16 lisos traseiros) de 50,8 cm (20”) de diâmetro, largura de corte de 230 cm e massa de 758 kg;

- Pulverizador de barras marca Jacto, modelo PJ-600, montado, com tanque de capacidade de 600 L, com barra de 1200 cm equipada com 24 bicos e massa de 195 kg, sendo bicos de jato leque para aplicação de herbicidas e de jato cônico para inseticidas;

- Semeadora adubadora de arrasto, de fluxo contínuo, marca Semeato, modelo TD 300, com 14 linhas espaçadas de 20 cm, sulcadores de discos duplos para sementes e fertilizantes, com capacidade para 400 kg de sementes e 790 kg de fertilizantes, utilizada para semeadura do milho e triticale;

- Semeadora adubadora de arrasto e de precisão, marca Marchesan, modelo PST 2, com 6 linhas espaçadas de 50 cm, com capacidade de 240 kg de sementes e 725 kg de fertilizantes, mecanismo dosador de sementes tipo disco perfurado horizontal, com discos de corte do tipo liso, sendo que foram utilizados dois conjuntos de sulcadores, mecanismo sulcador do tipo discos duplos desencontrados (diâmetro de 15” x 15”) para fertilizantes e sementes, e mecanismo sulcador do tipo haste sulcadora (comprimento da ponteira de 12,5 cm) para fertilizantes e discos duplos desencontrados para sementes, e rodas controladoras de profundidade, pneu compactador em “V”, utilizada para semeadura da soja. A posição do fertilizante foi na mesma linha e abaixo das sementes e trabalhou-se na velocidade de 7 km.h⁻¹;

- Retroescavadeira, marca Massey Ferguson, modelo MF 86 HS, utilizada para abertura das trincheiras de dimensões 50 cm de camada e 100 cm de largura, na amostragem de raízes da soja;

- Colhedora de parcela autopropelida de grãos, marca Wintersteiger seedmech, modelo NM Elite, dotada de plataforma para colheita da soja de 3 linhas espaçadas de 50 cm, com picador-distribuidor de palhas e massa de 1280 kg.

5.1.5 Equipamentos e materiais para coleta de amostras e avaliações

Para as coletas de amostras e avaliações foram utilizados os seguintes materiais e equipamentos:

- Penetrógrafo manual SC-60, marca Soilcontrol, modelo Penetrografer SC-60, penetração máxima 60 cm, resistência / registro de 7600 kPa, carga máxima admitida 120 kg, cone de ângulo 30^0 , área de base de $1,3 \text{ cm}^2$, diâmetro de haste de 0,95 cm, dimensão sem haste de 35 x 37 x 12 cm e peso líquido de 4 kg, para registrar a resistência do solo à penetração, na caracterização inicial do solo e no final de cada um dos ciclos de cultivo da soja;

- Perfilômetro de madeira, o qual possui 32 hastes de 30 cm, espaçadas de 1,5 cm, para marcar o perfil do sulco de semeadura no segundo cultivo da soja;

- Mesa digitalizadora em escala real, que codificou e calculou em unidade de cm^2 a área do solo mobilizada, a partir do sulco de semeadura delimitado, pelo software SPLAN (Sistema de Planimetria) desenvolvido pelo CINAG (Centro de Informática na Agricultura) na FCA/UNESP;

- Estrutura cúbica de ferro de dimensões 15 cm de largura, 10 cm de altura e 10 cm de comprimento, sendo que três bordas laterais foram afiadas, facilitando sua introdução no solo e para coletar amostras de raízes da soja nos dois anos de cultivo;

- Misturador de sementes, marca Mecmaq, modelo MTS Nypro, para tratamento de sementes de soja com inoculante e fungicida;

- Estufas elétricas e balanças eletrônicas com precisão de 0,1g para determinar a massa seca da parte aérea das coberturas vegetais, de 0,01 g para determinar o teor de água no solo e de 0,001 g para determinar a massa seca de raízes da soja.

5.2. Métodos

5.2.1 Delineamento Experimental e Tratamentos

O delineamento foi em blocos ao acaso, com arranjo em parcela sub dividida em faixa para facilitar a operação de semeadura. Foram instalados seis tratamentos

primários, que foram os manejos do solo, divididos em dois tratamentos secundários, que foram os sulcadores haste sulcadora e disco duplo, em quatro blocos ao acaso, espaçados de 5 m, totalizando 24 parcelas espaçadas de 10 m e 48 sub parcelas (Figura 8).

	6 H		3 H		1 H		5 H		2 H		4 H	I
	6 D		3 D		1 D		5 D		2 D		4 D	
	4 H		6 H		5 H		1 H		2 H		3 H	II
	4 D		6 D		5 D		1 D		2 D		3 D	
	3 D		2 D		1 D		5 D		6 D		4 D	III
	3 H		2 H		1 H		5 H		6 H		4 H	
	1 H		6 H		3 H		4 H		5 H		2 H	IV
	1 D		6 D		3 D		4 D		5 D		2 D	

Figura 8 Esquema experimental de campo em faixa, com quatro blocos (I, II, III e IV), seis tratamentos (1, 2, 3, 4, 5 e 6), combinados com haste (H) e disco (D).

As duas sub parcelas, de dimensões 3 m x 20 m (60 m²), formaram uma parcela de 6 m x 20 m (120 m²). A área experimental compreendeu um total de 7480 m², e verifica-se que a área utilizada por Grego (1999) foi ampliada em 1360 m², o que corresponde a bordadura.

Os seis tratamentos primários constaram dos sistemas de manejo do solo: preparo convencional (uma gradagem pesada e duas gradagens leves); escarificado com grade (uma escarificação seguida de uma gradagem leve); escarificado (uma escarificação);

plantio direto com dessecação da cobertura vegetal (aplicação de herbicida dessecante) 30 dias antes da semeadura da soja; plantio direto com aplicação de herbicida dessecante 10 dias antes da semeadura da soja; plantio direto com aplicação de herbicida dessecante logo depois da semeadura da soja.

O experimento foi conduzido durante dois anos, o primeiro de agosto de 1999 a abril de 2000, e o segundo de maio de 2000 a maio de 2001. Somente com o intuito de formação da cobertura vegetal na superfície, foram semeados milho e triticale em sistema de semeadura direta, em todas as parcelas. Os períodos de implantação dessas culturas, tanto no primeiro ano experimental, quanto no segundo, foram marcados por grandes períodos de deficiência hídrica, conforme os balanços hídricos mensais representados nas Figuras 3, 4 e 5, as precipitações e as temperaturas ocorridas (Figuras 6 e 7), prejudicando a germinação, emergência e desenvolvimento das plantas de cobertura. A Figura 9 mostra o aspecto da área após pousio e na Figura 10 verifica-se a semeadura do milho após pousio, no primeiro ano experimental.

No primeiro ano experimental, apesar da impossibilidade de formação de cobertura pelo milho nas parcelas com tratamentos de plantio direto, aproveitou-se a vegetação espontânea proveniente de plantas daninhas, que até então não havia sido dessecada (média de 1220 kg.ha⁻¹ de matéria seca), e realizou-se as dessecações da cobertura em várias épocas (antes e após semeadura da soja).

No segundo ano experimental, devido a condição climática desfavorável, não foi possível formar cobertura com o triticale e milho, portanto, não foram realizados os manejos de dessecação da cobertura em várias épocas, como foi realizado no primeiro ano e os tratamentos com plantio direto sofreram os mesmos manejos, porém considerou-se o efeito residual do ano anterior, onde os manejos foram diferentes.

O delineamento em blocos ao acaso com arranjo em parcela sub dividida em faixa, que permitiu a divisão de cada um dos tratamentos primários em dois secundários, foi utilizado na semeadura da soja através de dois conjuntos de sulcadores na semeadora adubadora PST2: mecanismo sulcador do tipo haste sulcadora para fertilizantes e discos duplos para sementes, denominado sulcador do tipo haste; mecanismo sulcador do tipo discos duplos desconstruídos para fertilizantes e sementes, denominado sulcador do tipo disco duplo.



Figura 9 Aspecto da área no início do experimento, após pousio de inverno.



Figura 10 Operação de semeadura do milho no primeiro ano do experimento.

A partir de então, todas as avaliações e coletas de amostras foram realizadas por sub parcela. As abreviações dos tratamentos estão no Quadro 3. As Figuras 11 e 12 mostram os sulcadores haste sulcadora e disco duplo utilizados na semeadura da soja.

Quadro 3 Tratamentos primários e secundários, com suas respectivas abreviações.

Tratamento Primário	Tratamento secundário	Abreviação
manejo do solo	mecanismo sulcador	
1 - preparo convencional	Haste sulcadora	PC H
2 - preparo convencional	Disco duplo	PC D
3 - escarificado com grade	Haste sulcadora	EG H
4 - escarificado com grade	Disco duplo	EG D
5 - Escarificado	Haste sulcadora	E H
6 - Escarificado	Disco duplo	E D
7 - Plantio direto, herbicida 30 DAS	Haste sulcadora	PDH30 H
8 - Plantio direto, herbicida 30 DAS	Disco duplo	PDH30 D
9 - Plantio direto, herbicida 10 DAS	Haste sulcadora	PDH10 H
10 - Plantio direto, herbicida 10 DAS	Disco duplo	PDH10 D
11 - Plantio direto, herbicida após semear	Haste sulcadora	PDH H
12 - Plantio direto, herbicida após semear	Disco duplo	PDH D

Cada sub parcela foi dividida em áreas para coleta das amostras evitando mais de um tipo de amostragem num mesmo local (Figura 13).

Figura 13 Principais áreas para coleta de dados dentro das sub parcelas.

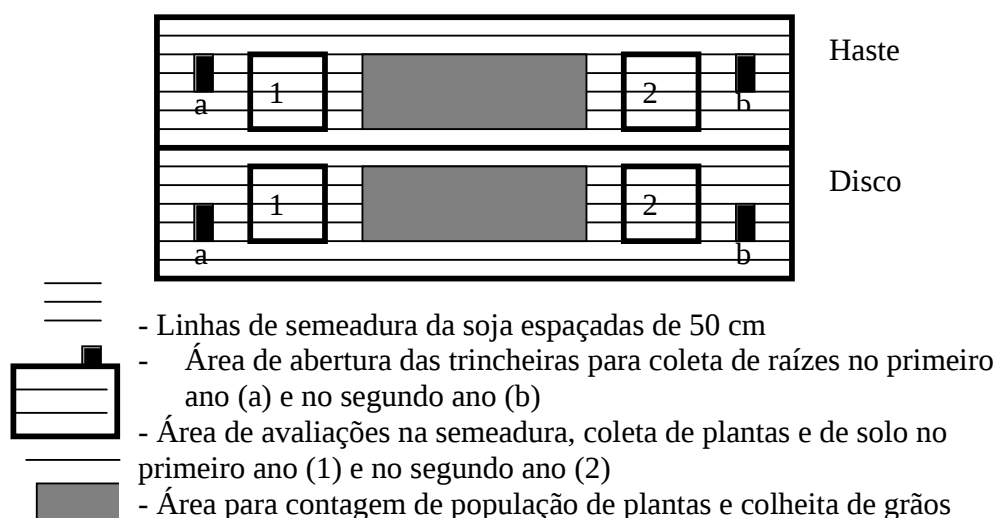




Figura 11 Haste sulcadora utilizada na semeadora para deposição de fertilizante.



Figura 12 Disco duplo desencontrado utilizado na semeadora para deposição de fertilizante.



5.2.2 Seqüência de atividades

Durante a instalação, condução e coleta de amostras, foram realizadas as atividades descritas no Quadro 4.

Quadro 4 Seqüência de atividades realizadas durante o período experimental

Data	Atividades
28/08/99	Coleta de solo para análise química Avaliação da cobertura vegetal
11/09/99	Coleta de solo para determinação da densidade, teor de água e granulometria Medição da resistência do solo à penetração
14/09/99	Semeadura e adubação do milheto Coleta de solo para determinação do teor de água Avaliação da cobertura vegetal após semeadura
19/10/99	Gradagem pesada nas parcelas com tratamento PC Gradagem leve nas parcelas com tratamento PC
19/10/99	Escarificação nas parcelas com tratamentos E e EG Coleta de solo para determinação do teor de água
08/11/99	Aplicação de herbicida dessecante nas parcelas com tratamento PDH30
08/12/99	Aplicação de herbicida dessecante nas parcelas com tratamento PDH10
10/12/99	Gradagem leve nas parcelas com tratamentos PC e EG
16/12/99	Avaliação da cobertura vegetal após preparo do solo
17/12/99	Tratamento de sementes com fungicida e inoculação da soja Semeadura e adubação da soja, com sulcadores para fertilizantes disco e HASTE Coleta de solo para determinação do teor de água e avaliação da cobertura vegetal após semeadura
18/12/99	Aplicação de herbicida dessecante nas parcelas com tratamento PDH
23/12/99	Avaliação da profundidade de semeadura na soja
23/12/99	Contagem da emergência das plantas
a 07/01/00	População inicial de plantas
11/01/00	Avaliação de plantas daninhas
11/01/00	Aplicação de herbicida pós emergente latifolicida
19/01/00	Aplicação de herbicida pós emergente graminicida
23/02/00	Coleta de soja para determinação do teor de matéria seca e análise nutricional
24/02/00	Abertura das trincheiras e coleta de raízes das plantas de soja
05/04/00	Coleta de solo para determinação da densidade, teor de água Medição da resistência do solo à penetração Aplicação de herbicida dessecante para soja
14/04/00	Contagem da população final de plantas de soja Coleta de plantas para os componentes de produção Colheita da soja
20/04/00	Avaliação da cobertura vegetal após colheita

05/05/00	Semeadura e adubação do triticale
Data	Atividades
05/05/00	Coleta de solo para determinação do teor de água Avaliação da cobertura vegetal após semeadura
30/08/00	Aplicação de calcário a lanço em todas as parcelas
13/09/00	Avaliação da cobertura vegetal (vegetação espontânea e plantas de triticale)
20/09/00	Aplicação de herbicida dessecante em todas as parcelas
26/09/00	Semeadura e adubação do milho (cultivar BN 2) Coleta de solo para determinar o teor de água e avaliação da cobertura vegetal após semeadura
31/10/00	Gradagem pesada e gradagem leve nas parcelas com tratamentos PC Escarificação nas parcelas com tratamentos E e EG Coleta de solo para determinação do teor de água
22/11/00	Gradagem leve nas parcelas com tratamentos PC e EG Avaliação da cobertura vegetal após preparo do solo
23/11/00	Tratamento de sementes com fungicida e inoculação da soja Semeadura e adubação da soja, com sulcadores para fertilizantes disco e haste Coleta de solo para determinar o teor de água e avaliação da cobertura vegetal após semeadura
23/11/00	Medição do perfil do sulco de semeadura
28/11/00	Medição da profundidade de semeadura na soja
28/11/00	Contagem da emergência das plantas
a 13/12/00	População inicial de plantas
29/11/00	Aplicação de inseticida para larvas de Idiamim
19/12/00	Avaliação de plantas daninhas
19/12/00	Aplicação de herbicida pós emergente latifolicida
22/12/00	Aplicação de herbicida pós emergente graminicida
22/01/01	Coleta de soja para determinar o teor de matéria seca e análise nutricional Abertura das trincheiras e coleta de raízes das plantas de soja
26/02/01	Aplicação de inseticida para percevejo e lagarta
13/04/01	Coleta de solo para determinar a densidade
17/04/01	Contagem da população final de plantas de soja Coleta de plantas para determinar os componentes de produtividade Colheita da soja Avaliação da cobertura vegetal após colheita
14/05/01	Medição da resistência do solo à penetração e coleta de solo para determinar o teor de água Coleta de solo para análise química

5.2.3 Granulometria do solo

Foi realizada no início do experimento, a coleta de duas amostras compostas de solo em vários pontos da área experimental, nas camadas de 0-10 cm e 10-20 cm. A análise granulométrica foi realizada em laboratório, pelo método de Bouyoucos, descrito em Kiehl (1979), no Laboratório de Física do solo do Departamento Ciência do Solo, na FCA/UNESP.

5.2.4 Teor de água no solo

As coletas de solo, para determinação do teor de água, foram obtidas no momento da semeadura de milho, triticale e da soja nas camadas de 0-10 cm e 10-20 cm, e na medição da resistência à penetração até camada de 35 cm. No preparo do solo (gradagem pesada, leve e escarificação) coletou-se nas parcelas correspondentes, para caracterização do teor de água no solo nas camadas de 0-10 cm e 10-20 cm. O método utilizado foi o gravimétrico padrão, descrito em EMBRAPA (1979) e os valores foram expressos em g.kg^{-1} .

5.2.5 Densidade do solo

Foram coletadas amostras de solo para análise pelo método do torrão, descrito em Kiehl (1979), em três camadas (0-10, 10-20, 20-30 cm), no início do experimento e no final do ciclo de cultivo da soja, tanto na entrelinha, quanto na linha de semeadura.

5.2.6 Resistência do solo à penetração

Foi realizada com o penetrógrafo descrito no item 5.1.5, que ao ser introduzido no solo, registrou em um cartão de papel, o gráfico da resistência (kg.cm^{-2}) de acordo com a profundidade. Foram obtidas as médias das resistências expressas em kPa na camada de 0 - 35 cm, através dos valores obtidos no gráfico de cinco em cinco centímetros. As épocas de avaliação foram no início do experimento e no final dos ciclos de cultivo da soja em três pontos na entrelinha e três pontos na linha de semeadura.

5.2.7 Fertilidade do solo

Foram coletadas amostras de solo nas camadas de 0-5 cm e 5-20 cm para avaliação no início do experimento e após a colheita da soja no segundo ano experimental, utilizando a metodologia do Instituto Agronômico de Campinas, SP, descrita em Raij & Quaggio (1983). Determinou-se os valores de pH (CaCl_2), matéria orgânica (g.dm^{-3}), fósforo resina (mg.dm^{-3}), capacidade de troca catiônica (CTC), saturação de bases (V%) e valores em $\text{mmol}_c.\text{dm}^{-3}$ para hidrogênio+alumínio, potássio, cálcio, magnésio e soma de bases.

5.2.8 Cobertura vegetal e plantas daninhas

A matéria seca da cobertura vegetal foi coletada sempre após preparos do solo, após as semeaduras das culturas (milheto, triticale e soja) e após a colheita da soja, utilizando-se de um quadrado de madeira de 50 cm de lado (2500 cm^2). As amostras foram secas em estufa a 70°C por 48 horas e pesadas, obtendo-se a quantidade de matéria seca em kg.ha^{-1} , segundo método de Chaila (1986). Quando a amostragem foi realizada antes da dessecação total da cobertura, foi possível separar as amostras da massa seca da cultura anterior e das plantas daninhas. A porcentagem de cobertura vegetal na superfície foi determinada sempre após as operações de semeadura, através de um cordão plástico de 1500 cm de comprimento, com marcação a cada 15 cm, utilizando o método da trena descrito por Laflen et al. (1981).

Devido à presença de falhas e irregularidades, as plantas de triticale que conseguiram emergir e se desenvolver juntamente com a vegetação espontânea (predominância de nabiça), foram avaliadas conforme metodologia descrita para avaliação visual de plantas daninhas por Velini (1995), obedecendo um critério de notas adotado separadamente para as porcentagens de cobertura por plantas de triticale e por vegetação espontânea: nota 1 de 0 a 20% de cobertura, nota 2 de 20 a 40%, nota 3 de 40 a 60%, nota 4 de 60 a 80% e nota 5 de 80 a 100%.

As plantas daninhas foram avaliadas sempre antes de se iniciar o controle pós emergente das plantas daninhas na soja. Um quadrado de madeira, de 50 cm de lado (2500 cm^2), foi colocado aleatoriamente três vezes na sub parcela, contando-se o número de plantas existentes dentro do quadrado e obtendo-se a média do número de plantas daninhas por parcela, como feito por Kozlowski (2001).

5.2.9 Avaliações referentes ao cultivo da soja

5.2.9.1 Semeadura da soja

Devido ao uso de dois conjuntos de sulcadores na semeadora-adubadora para a semeadura da soja, discos duplos para sementes e fertilizantes, e discos duplos para sementes e haste sulcadora para fertilizantes, o sulco de semeadura foi avaliado após a operação. O equipamento perfilômetro, (Figura 14), foi construído no ano 2000, por isso, as avaliações do perfil do sulco de semeadura foram realizadas para a segunda semeadura da soja.

Logo após a passagem da semeadora-adubadora, marcou-se com canetas porosas, o perfil da superfície do solo em folha de papel sulfite tamanho A3 inseridas no mini perfilômetro, que em seguida, foi colocado na posição horizontal mantendo-se a base fixa ao solo, para retirada manual do solo mobilizado no sulco de semeadura. Voltando-se o perfilômetro na posição vertical, marcou-se o perfil do sulco na mesma folha de papel. Para determinar a área de solo mobilizada traçou-se uma linha ligando as extremidades dos pontos coletados em cada folha, os quais teoricamente forneceram o perfil natural do solo em cada linha de semeadura. A área mobilizada correspondeu a área entre a união dos pontos demarcados após a abertura do sulco e a linha traçada ligando as extremidades. Com auxílio de uma mesa digitalizadora, calculou-se em unidade de centímetros quadrados a área do sulco, tendo sido realizada uma leitura para cada uma das três linhas centrais de cada passada da semeadora-adubadora.

A profundidade do sulco ou profundidade de deposição de fertilizante, foi obtida através do perfil demarcado para cálculo da área de solo mobilizada,

correspondendo à medida em centímetros obtida com uso de régua graduada em milímetros, entre a linha que representa o perfil natural do solo e o ponto extremo do sulco aberto.

5.2.9.2 Emergência, desenvolvimento e colheita da soja

Na primeira contagem da emergência de plantas, mediu-se a profundidade de semeadura da soja em três linhas centrais, de forma intercalada e em 10 plântulas por linha. Com uma espátula removeu-se o solo ao lado da plântula, sem removê-la do solo, determinando sua distância até a superfície do solo, com uma régua graduada em mm, obtendo a medida em cm.

A velocidade de emergência foi obtida contando-se, desde o início da emergência, o número de plantas emergidas em duas linhas centrais de dois metros na área útil (utilizada para colheita final de grãos) da sub parcela, fixas até a última contagem, em intervalos de 1 a 5 dias até se obter número constante de plantas emergidas. A última contagem correspondeu a população inicial de plantas, obtendo a média do número de plantas por metro. Calculou-se o IVE (Índice de Velocidade de Emergência), descrito por Maguire (1962), utilizando a equação (II):

$$\text{IVE} = (E_1 / N_1) + (E_2 / N_2) + \dots (E_n / N_n) \dots \dots \dots (II)$$

onde:

IVE = Índice de Velocidade de emergência

$E_1 \dots E_n$ = Número de plantas normais computadas da primeira até a última contagem

$N_1 \dots N_n$ = Número de dias da semeadura da primeira até a última contagem

5.2.9.3 Desenvolvimento da soja

O sistema radicular das plantas de soja em pleno florescimento foi avaliado utilizando o método da trincheira, como descrito em Bohm (1979). Foi aberta uma trincheira com 0,5 m de profundidade e 1 m de largura por sub parcela, fora da área útil e no início da parcela, procurando-se uma área com o menor número de plantas daninhas possível. Após aberta a trincheira, nivelou-se o perfil a ser amostrado, deixando-o mais vertical

possível. As partes aéreas de duas plantas, concentradas na linha central da trincheira (sempre a terceira linha de semeadura da sub parcela) foi retirada antes da estratificação das amostras. A Figura 15 mostra os detalhes da pá da retroescavadeira abrindo as trincheiras.



Figura 14 Mini perfilômetro utilizado para medir a profundidade de sulco de semeadura.



Figura 15 Detalhe da pá da retroescavadeira na abertura das trincheiras.

Para a coleta das amostras de raízes utilizou-se uma estrutura cúbica de ferro (caixa), que foi introduzida no perfil e retirou uma amostra de solo com raízes. A estrutura foi inserida em 12 pontos de cada perfil, coletando-se em 4 camadas (0-10, 10-20, 20-30 e 30-40 cm) na linha de semeadura e nas entrelinhas direita e esquerda em relação à raiz principal da planta. Cada bloco de solo, correspondente a uma amostra, teve dimensões de 15 x 10 x 10 cm, para comprimento, largura e altura, respectivamente, sendo um total de 18000 cm³ de área de solo coletada para cada trincheira. As amostras foram submetidas ao resfriamento numa câmara fria (+ 5 °C) até que fossem submetidas a lavagem para separar o solo das raízes. Na Figura 16 observa-se o desenho do perfil e a coleta de amostras de raiz com a caixa de ferro.

No processo de lavagem foram utilizadas peneiras sobrepostas de malha 1 e 2 mm e mangueiras com jatos de água. Para facilitar o processo de lavagem, as amostras ficaram imersas em baldes com água por 12 horas antes da lavagem, por se tratar de solo argiloso de difícil destorroamento. Após a lavagem, as raízes foram submetidas a um segundo processo de separação em laboratório, no qual foram retirados nódulos, sujeiras, raízes de outras espécies e qualquer material que não fosse raízes de soja (Figura 17).

As raízes separadas dos resíduos e dos nódulos, foram secas em estufa a 70° C, durante 48 horas e pesadas obtendo-se a massa da matéria seca em gramas nas camadas de 0-10, 10-20, 20-30 e 30-40 cm, na linha e nas entrelinhas (direita e esquerda) da semeadura.

Foram realizadas análises nutricionais no início do florescimento das plantas, através da coleta da parte aérea de 10 plantas por sub-parcela, coletando-se 5 plantas seguidas em duas linhas centrais.

As amostras foram secadas em estufa à 70°C durante 48 horas, e moídas sendo a análise efetuada pelo método citado em Malavolta et al. (1997), no Laboratório de Nutrição Mineral de Plantas do Departamento de Ciência do Solo na FCA/UNESP. A partir dos dados de concentração de macronutrientes e matéria seca das plantas, calculou-se as quantidades de macronutrientes extraídos por matéria seca das 10 plantas.

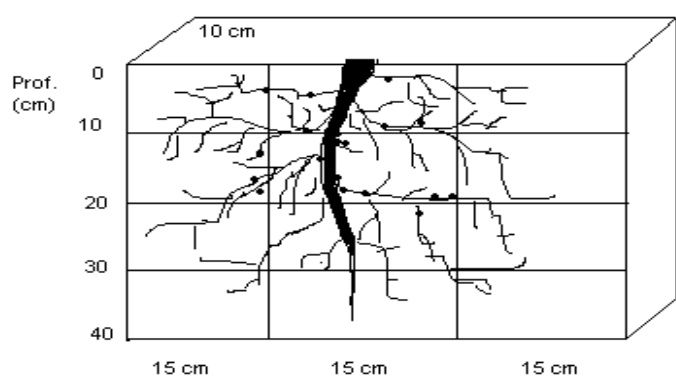


Figura 16 Desenho do perfil detalhado para coleta de raiz e perfil da trincheira no momento da coleta de amostra.



Figura 17 Processos de lavagem em peneiras para separar o solo das raízes e separação de outras impurezas.

5.2.9.4 Colheita da soja

Para determinar os componentes de produção, foram coletadas por ocasião da colheita, 10 plantas por sub parcelas, contando-se o número de vagens, número de grãos e determinando-se a massa de 100 grãos, com teor de água do grão padronizado para 13%. Mediu-se também a altura das plantas e altura de inserção da primeira vagem (cm). A parte aérea dessas plantas, junto com as vagens debulhadas, foi pesada e obtendo-se a massa da matéria seca (g) produzida pela parte aérea das plantas de soja sem os grãos.

Antes da colheita foi avaliada a população final (número de plantas por metro), no mesmo local que foi obtido o número de plantas inicial, ou seja, em duas linhas centrais de 2 metros da sub parcela e na área útil.

A produtividade foi determinada pela colheita mecanizada na área útil de 10,5 m², ou seja, em três linhas da cultura espaçadas de 0,5 m numa distância de 7,0 m. Os grãos colhidos foram pesados e os valores foram expressos em kg.ha⁻¹, com o teor de água do grão padronizado em 13 %.

5.2.10 Análise estatística

Usou-se o delineamento em blocos ao acaso, com arranjo em parcelas sub divididas em faixa. As quatro repetições correspondem aos blocos, os seis manejos do solo correspondem às parcelas e os dois tipos de sulcadores às sub- parcelas. Assim foram obtidas 48 unidades experimentais.

Os resultados foram computados estatisticamente em relação à análise de variância, com teste de Tukey (5% de probabilidade). Utilizou-se, para análise, o programa estatístico SAS (Statistical Analysis System).

Realizou-se, também, análise multivariada de agrupamento, com 21 variáveis obtidas na média dos dois anos experimentais, de acordo com os doze tratamentos (6 sistemas de manejo do solo combinados com 2 mecanismos sulcadores).

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados apresentados estão dispostos na forma de Quadros e Figuras. As médias seguidas de letras diferentes, minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas, indicam diferença estatística pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, porém letras iguais não indicam diferença estatística. Nos casos de total ausência de letras nos Quadros, significa que não houve diferença estatística, nem entre os sistemas de manejo e nem entre os sulcadores. Os Quadros apresentam ainda: diferenças mínimas significativas (DMS), para os sistemas de manejo do solo (DMS manejo) e para sulcadores (DMS sulcador); coeficientes de variação (CV), da interação bloco x manejo (CV a), da interação bloco x sulcador (CV b) e da interação bloco x manejo x sulcador (CV c). Quando houver ausência de DMS e CV nos Quadros, significa que os dados da variável foram submetidos a algum tipo de transformação para análise de variância, e os valores transformados com seus respectivos DMS e CV constam no apêndice. Os dados originais também encontram-se no Apêndice.

A apresentação dos resultados e discussão está subdividida conforme a sequência de atividades cronológicas realizadas durante o período experimental, agrupada em duas grandes fases: primeiro ano – agosto de 1999/abril de 2000; segundo ano – maio de 2000/maio 2001.

Alguns termos referentes aos tratamentos, citados neste capítulo, significam: PC-preparo convencional; EG-escarificado seguido de grade niveladora; E-escarificado; PDH30-plantio direto com dessecação da cobertura vegetal 30 dias antes da semeadura da soja; PDH10-plantio direto com dessecação da cobertura vegetal 10 dias antes

da semeadura da soja; PDH-plantio direto com dessecação da cobertura vegetal após semeadura da soja.

6.1 Primeiro ano experimental – 1999 / 2000

6.1.1 Semeadura do milho

O milho foi semeado no início de setembro de 1999, através do sistema de semeadura direta em todas as parcelas, optando não realizar a dessecação da vegetação espontânea, pois, encontrava-se desuniforme devido aos resíduos vegetais deixados pela cultura do milho, que cobriam a maior parte da superfície do solo (média total na área de 1220 kg.ha⁻¹ de matéria seca da vegetação espontânea e 5593 kg.ha⁻¹ de restos culturais).

Como a área experimental estava sendo conduzida com sistemas de manejo do solo, como foi relatado no item 5, os resultados de cobertura vegetal, antes e após a semeadura do milho, são apresentados por valores médios para parcelas que continham os sistemas de plantio direto e preparo convencional. A quantidade de matéria seca de restos culturais junto com a de plantas daninhas (vegetação espontânea) desenvolvidas durante o pousio para plantio direto e preparo convencional foram, respectivamente, 7646 kg.ha⁻¹ e 5980 kg.ha⁻¹ antes da semeadura e 5850 kg.ha⁻¹ e 5040 kg.ha⁻¹ após semeadura, o que indica que a quantidade de cobertura vegetal na superfície do solo apresentou-se uniforme em toda área experimental, porém, houve redução da cobertura vegetal após operação de semeadura, principalmente devido ao espaçamento reduzido entrelinhas, que foi de 20 cm.

No momento da semeadura, o teor médio de água no solo na camada de 0-10 cm foi de 274,2 g.kg⁻¹ e na de 10-20 cm foi de 293,8 g.kg⁻¹, estando dentro da faixa estabelecida por Levien (1999), que para o mesmo tipo de solo, afirma que os trabalhos no solo devem, preferencialmente, ser realizados com teor de água na faixa de 260-340 g.kg⁻¹, baseando-se nos valores entre o limite inferior de friabilidade e limite de plasticidade do solo.

Após a semeadura do milho, as precipitações não foram suficientes para permitir sua germinação, emergência e seu desenvolvimento, ocorrendo novamente um grande período de deficiência hídrica, como ocorrido no inverno (Figura 3). A formação de cobertura vegetal pela cultura, ficou totalmente comprometida, apesar de sua tolerância à seca

(Bonamigo, 1999). O fato ocorrido, permite concordar com Pereira (1990) que considera ser a escolha das espécies fornecedoras de cobertura e da época de semeadura, a grande dificuldade em formar cobertura vegetal no plantio direto em regiões onde o clima e o solo são variados.

6.1.2 Manejos da cobertura vegetal

O manejo da cobertura vegetal foi realizado nos tratamentos de plantio direto, variando a época da aplicação de herbicida dessecante em aproximadamente 30 e 10 dias antes da semeadura da soja, e logo após semeadura da soja. No entanto, não foi possível utilizar a parte aérea do milho para dessecação, pois, a deficiência hídrica impediu sua germinação e emergência, restando apenas a vegetação espontânea, que se formou durante o pousio, para ser manejada. A utilização da vegetação espontânea como fornecedora de cobertura vegetal em plantio direto, foi utilizada também por Grego (1999), Pontes (1999), Marques (1999) e Coelho (2000).

6.1.3 Preparo do solo

A deficiência hídrica se prolongou até início de dezembro (Figura 3), e as operações de preparo do solo foram realizadas com teores de água inferiores aos considerados adequados ($260 - 340 \text{ g.kg}^{-1}$) por Levien (1999). Os teores médios de água no solo, no momento das operações de gradagem pesada (preparo convencional) e escarificação foram de $152,3$ e $164,5 \text{ g.kg}^{-1}$, para as camadas de 0-10 e 10-20 cm, respectivamente.

6.1.3.1 Cobertura do solo após preparo e antes da semeadura da soja

Os valores de matéria seca da cobertura do solo, após as operações de preparo e após os manejos da cobertura vegetal espontânea (dessecação aos 30 e 10 dias antes da semeadura da soja), encontram-se no Quadro 5. Observa-se que, para a vegetação não dessecada, apenas o plantio direto com dessecação a ser realizada após semeadura da soja (PDH), diferiu significativamente dos demais sistemas de manejo do solo, indicando que as dessecações PDH30, PDH10 e as operações de preparo do solo, tiveram inicialmente o mesmo

controle da vegetação espontânea. Segundo Almeida (1991) a eliminação das plantas daninhas antes da semeadura, irá impedir interferências, competição e rebrotes, no desenvolvimento inicial da cultura.

Como antes da semeadura do milho havia média de 1220 kg.ha⁻¹ de matéria seca de vegetação espontânea (conforme descrito no material e métodos, item 5.2.1), observa-se no Quadro 5 que houve acréscimo no plantio direto com dessecação a ser realizada após semeadura da soja (PDH), pois apresentou 1312 kg.ha⁻¹ de matéria seca, mesmo após o período com deficiência hídrica, indicando tolerância à seca por parte das espécies de vegetação espontânea que continuaram se desenvolvendo no mês de outubro. Isto é um aspecto interessante para a formação de cobertura em anos com baixa precipitação.

A matéria seca dos resíduos vegetais secos (restos culturais e vegetação dessecada) e total (Quadro 5), foram significativamente maiores nos tratamentos com menor mobilização do solo, diminuindo gradativamente do plantio direto para o preparo convencional. O equipamento de preparo escarificador teve menor capacidade de incorporação de resíduos do que os demais (grade aradora pesada seguida de grade niveladora), pois diferiu estatisticamente do preparo convencional e não diferiu do plantio direto e nem do escarificador seguido de grade niveladora. Siqueira (1999) verificou maiores coberturas do solo após a operação de escarificação, em comparação com os equipamentos de preparo arado de aiveca e de discos. Benez (1972) evidenciou a importância de se reduzir o número de operações de preparo do solo, beneficiando as suas propriedades e as culturas.

Quadro 5 Matéria seca (kg.ha⁻¹) da vegetação não dessecada, dos resíduos vegetais secos e do total, após preparos do solo em 16/12/99

Manejos	Matéria seca (kg.ha ⁻¹)		Total
	Vegetação não dessecada	Resíduos vegetais secos	
PC	284 b	1486 c	1770 c
EG	331 b	2591 bc	2922 bc
E	558 b	5694 ab	6252 ab
PDH30	208 b	7172 a	7380 a
PDH10	297 b	7269 a	7566 a
PDH	1312 a	7594 a	8906 a
Médias	498	5301	5799

CV=54,88% DMS=628,8 CV=26,23% DMS=3128,0 CV=25,70% DMS=3568,2

O preparo convencional foi o que resultou em menor quantidade de matéria seca total, contudo, ainda apresentou 1770 kg.ha⁻¹ (Quadro 5). Levien (1999) obteve

até 1937 kg.ha⁻¹ de matéria seca de resíduos, após o preparo convencional, onde não foram implantadas culturas de cobertura, pois explica que os resíduos anteriores de difícil decomposição e de alta densidade (restos culturais do milho) dificultaram a incorporação ao solo pelos equipamentos de preparo, o mesmo deve ter acontecido neste presente trabalho.

6.1.4 Avaliações realizadas no dia da semeadura da soja

6.1.4.1 Teor de água no solo

Os teores de água no solo no dia da semeadura, apresentados no Quadro 6, não diferiram entre os manejos do solo nas camadas de 0-10 e 10-20 cm, e apresentaram-se bastante elevados. As chuvas ocorridas dias antes da semeadura, contribuiu pela ausência de diferenças entre os tratamentos.

Quadro 6 Teor de água (g.kg⁻¹) no solo, nas camadas de 0-10 e 10-20 cm, no momento da semeadura da soja de acordo com os manejos em 17/12/99

Manejos	Teor de água no solo (g.kg ⁻¹)	
	0-10 cm	10-20 cm
PC	291,9	252,8
EG	276,7	267,7
E	274,7	277,3
PDH30	306,3	259,2
PDH10	305,8	265,9
PDH	301,6	242,3
Média	292,8	260,9

CV=12,52% DMS=84,33

CV=11,87% DMS=71,20

6.1.4.2 Cobertura vegetal logo após semeadura

No Quadro 7 observa-se que após a semeadura da soja, a matéria seca da vegetação espontânea não dessecada e dos resíduos vegetais secos tiveram pouca variação em relação às quantidades verificadas antes da semeadura (Quadro 5). No plantio direto, com dessecção após semeadura, a matéria seca da vegetação não dessecada, foi significativamente maior do que os outros sistemas de manejo, pois foi o único tratamento que ainda não tinha recebido manejo da vegetação espontânea. Constantim et al. (2000), também anteciparam a

aplicação de herbicida, e observaram que no momento da semeadura as plantas daninhas encontravam-se menores e mais sensíveis à aplicação aos 40 dias antes da semeadura da soja.

Quanto à quantidade de resíduos vegetais secos, apresentada no Quadro 7, e a porcentagem de cobertura vegetal no Quadro 8, o preparo convencional, quando comparado com os demais manejos, apresentou significativamente menor cobertura, principalmente em porcentagem. Este resultado está de acordo com Furlani (2000) que obteve, após semeadura do feijão, 76% de cobertura para plantio direto, 37% para a escarificação e 8% para o preparo convencional. O plantio direto continuou a apresentar as maiores coberturas vegetais, verificadas antes da semeadura, não diferindo entre os períodos de dessecação e nem do escarificado, indicando que a operação de semeadura pouco alterou a cobertura do solo, como verificado por Siqueira (1999) e Levien (1999) após semeadura de milho, pois quanto maior o espaçamento, menor a redução na quantidade de cobertura vegetal na superfície após a operação de semeadura.

Quadro 7 Matéria seca ($\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$) da vegetação não dessecada e dos resíduos vegetais secos (restos culturais e vegetação dessecada), após semeadura da soja, em 17/12/99

Manejos	Matéria seca ($\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$)					
	Vegetação não dessecada			Resíduos vegetais secos		
	Disco duplo	Haste	Média	Disco duplo	Haste	Média
PC	0 b	58 b	29	1221 c A	1115 b A	1168
EG	116 b	82 b	99	2734 bc A	2443 ab A	2589
E	633 b	300 b	467	4885 ab A	3783 ab B	4334
PDH30	530 b	246 b	388	5742 ab A	5500 a A	5621
PDH10	362 b	273 b	318	6598 a A	5042 a B	5820
PDH	1340 a	1074 a	1207	6180 ab A	5687 a A	5934
Média	497	339	418	4560	3928	4244
CV(a)=89,82% CV(b)=49,19% CV(c)=24,54%				CV(a)=47,43% CV(b)=19,23% CV(c)=10,20%		
DMS manejo=673,61 DMS sulcador=396,7				DMS manejo=3502,4 DMS sulcador=840,3		

Os mecanismos sulcadores resultaram em diferentes quantidades de resíduos vegetais secos apenas para o escarificado e plantio direto com dessecação 10 dias antes da semeadura, onde o disco duplo apresentou significativamente maiores valores do que a haste sulcadora (Quadro 7). Para a porcentagem de cobertura entre os sulcadores (Quadro 8) houve diferença significativa em todos os sistemas de manejo. O disco duplo apresentou sempre as maiores porcentagens do que a haste sulcadora, e isto se deve a maior movimentação de solo no sulco de semeadura pela haste, favorecida ainda mais pelo solo em

estudo apresentar alto teor de argila, e encontrar-se com elevado teor de água no momento da semeadura.

A maior movimentação do solo pela haste sulcadora, e redução na cobertura superficial também foram observadas por Araújo et al (1999c), discordando de Coelho (1998), que num solo com superfície menos argilosa, não observou diferença na redução da cobertura vegetal após semeadura com disco duplo, defasado e haste sulcadora. Casão Junior et al. (2000b; 2000c) relatam que o uso do disco duplo pode provocar espelhamento na linha de semeadura em solos com teor alto de água e argila, e que a haste é usada em plantio direto, principalmente, para eliminar a camada compactada superficial em solos muito argilosos (atuando até 20 cm de camada). Os autores Casão Junior et al. (2000c) e Casão Junior et al. (1998) optaram pelo uso da haste, em solo argiloso, porém, alertaram para o ângulo de ataque e espessura da ponteira, que foram de 20° e 20 mm, respectivamente. Casão Junior. (2000) descreve que em média, os discos reduzem em torno de 15% de cobertura vegetal na semeadura, enquanto que as hastes reduzem mais de 30%.

Quadro 8 Cobertura vegetal do solo (%) após a semeadura da soja em 18/12/99

Manejos	Cobertura vegetal do solo (%)		
	Disco duplo	Haste	Média
PC	9,50 d A	6,75 c B	8,13
EG	50,25 c A	43,25 b B	46,75
E	61,25 bc A	57,25 ab B	59,25
PDH30	88,00 ab A	82,25 a B	85,13
PDH10	89,50 ab A	87,50 a B	88,50
PDH	92,00 a A	87,00 a B	89,50
Média	65,08	60,67	62,87

CV% e DMS ver Apêndice (dados transformados)

6.1.5 Avaliações após semeadura da soja

6.1.5.1 Profundidade de semeadura

A profundidade de semeadura da soja apresentou diferenças estatisticamente significativa entre os sistemas de manejos solo (Quadro 9). As diferenças foram mais acentuadas no disco duplo, entre o preparo convencional e o plantio direto, onde nota-se que no preparo convencional houve maior profundidade de semeadura do que no

plantio direto. No momento da semeadura procurou-se diminuir a pressão da máquina no solo nas áreas mais mobilizadas, como preparo convencional e escarificado com grade e escarificado, mesmo assim, observou-se maior profundidade de semeadura nos tratamentos de maior mobilização, indicando a necessidade de outro tipo de ajuste, como alterar a regulação dos mecanismos sulcadores, o que concorda com os resultados obtidos por Levien (1999) na semeadura do milho, que justifica ser possível manter a uniformidade de semeadura através de ajustes na máquina em função da textura, teor de água, rugosidade superficial, tipo e quantidade de resíduos.

Quanto aos mecanismos sulcadores, disco duplo e haste sulcadora, percebe-se no Quadro 9, que o uso da haste aumentou a profundidade de semeadura em todos os preparos do solo, o que reforça as características impostas pela literatura sobre estes sulcadores, onde Coelho (1998) relata que a haste tem maior capacidade de penetração e mobilização no solo para abertura de sulco do que o disco duplo, principalmente em solos mais argilosos e com alto teor de água. Silva (2000b), em plantio direto, observou profundidade de deposição de sementes de milho de 4,76 cm para haste e de 2,98 cm para o disco duplo.

Quadro 9 Profundidade de semeadura da soja (cm) nos tratamentos estudados em 23/12/99

Manejos	Profundidade de semeadura (cm)		
	Disco duplo	Haste	Média
PC	6,7 a A	8,1 ab B	7,4
EG	5,3 abc A	7,4 ab B	6,3
E	6,6 ab A	8,6 a B	7,6
PDH30	5,1 bc A	6,5 b B	5,8
PDH10	4,7 c A	7,3 ab B	6,0
PDH	4,1 c A	6,8 b B	5,4
Média	5,4	7,4	6,4
CV(a)=14,23% CV(b)=16,83% CV(c)=7,07% DMS manejo=1,59 DMS sulcador=0,97			

6.1.5.2 Índice de Velocidade de Emergência (IVE) e população inicial de plantas da soja

Com relação aos sulcadores, não foram verificadas diferenças em relação ao IVE e a população inicial de plantas de soja (Quadro 10), apesar da haste sulcadora

ter causado maior camada de semeadura (Quadro 9), discordando de Mello & Takahashi (2000), que observaram maior população inicial de plantas de milho, quando foi usado a haste comparado com discos, atribuindo à descompactação do solo provocada pelo haste, na linha de semeadura. Discordando também de Portella et al (1997), que devido à deficiência hídrica durante a emergência, as sementes de soja foram colocadas mais superficialmente no disco do que na haste sulcadora, proporcionando redução de 14 % na emergência da soja com uso do disco. No presente caso, supõe-se que os teores de água satisfatórios no período (Figura 6), tenham permitido similar emergência de plântulas entre os sulcadores.

No Quadro 10 nota-se que ocorreram diferenças significativas em relação aos sistemas de manejo. No tratamento de plantio direto com dessecação após semeadura (PDH) tanto com disco duplo quanto com haste sulcadora, houve menor IVE do que no preparo convencional e nas demais épocas de dessecação. Quanto a população inicial de plantas, no PDH com haste também ocorreu o menor valor, porém, diferiu apenas do escarificado e do plantio direto com dessecação aos 30 dias após semeadura. A justificativa pode estar na interferência inicial das plantas daninhas (em processo de dessecação) com a soja, ocorrida na dessecação tardia, pois retardou a emergência e resultou em menor número de plantas por metro.

Quadro 10 Índice de velocidade de emergência da soja (IVE) e população inicial de plantas por metro em 23/12/99 a 07/01/00

Manejos	IVE			População inicial		
	Disco duplo	Haste	Média	Disco duplo	Haste	Média
PC	6,4 a	6,2 ab	6,3	15,4 a	16,1 ab	15,7
EG	5,6 ab	6,1 ab	5,8	14,6 a	15,6 ab	15,1
E	6,3 ab	7,2 a	6,8	15,6 a	16,6 a	16,1
PDH30	7,5 a	7,0 ab	7,3	16,0 a	16,5 a	16,2
PDH10	6,5 a	5,2 b	5,8	17,0 a	15,1 ab	16,0
PDH	4,4 b	3,2 c	3,8	14,1 a	13,4 b	13,8
Média	6,1	5,8	6,0	15,4	15,6	15,5

CV(a)=15,29% CV(b)=10,58% CV(c)=15,54%
DMS manejo=1,98 DMS sulcador=1,32

CV% e DMS ver Apêndice (dados transformados)

O resultado do Quadro 10 pode ser associado com a maior quantidade de matéria seca da vegetação não dessecada no PDH do que nos demais manejos, tanto após preparo do solo (Quadro 5) quanto após semeadura da soja (Quadro 7). Este resultado difere

do obtido por Pontes (1999), que não verificou diferença entre plantio direto sem manejo da vegetação espontânea e outros preparos, na emergência de plântulas de milho. Mello (1988), também não verificou diferenças entre sistemas de plantio direto, preparo reduzido e convencional para população inicial de plantas de soja.

6.1.6 Avaliações durante o desenvolvimento da soja

6.1.6.1 Plantas daninhas

Antes do início do controle pós-emergente das plantas daninhas na cultura da soja, não foram observadas diferenças entre os tratamentos estudados (Quadro 11). Quanto aos sulcadores, este resultado discorda de Tessier et al. (1989) e de Schlosser et al. (1999), que descreveram ser a haste sulcadora responsável pelo aumento da incidência de plantas daninhas em plantio direto, comparado com o disco, pois a haste produz sulco de semeadura mais largo, facilitando a infestação. As espécies predominantes eram: guanxuma (*Sida rhombifolia* L.), trapoeraba (*Commelina benghalensis* L.) e cordão de frade (*Leonotis nepetaefolia* (L.) b. Br.).

Quadro 11 Número de plantas daninhas por 2500 cm², 24 dias após semear soja, em 11/01/00

Manejos	Número de plantas daninhas por 2500 cm ²		
	Disco duplo	Haste	Média
PC	16,3	14,5	15,4
EG	19,5	16,0	17,8
E	9,0	8,8	8,9
PDH30	8,0	9,0	8,5
PDH10	10,8	14,5	12,6
PDH	6,0	10,8	8,4
Média	11,6	12,3	11,9

CV% e DMS ver Apêndice (dados transformados)

Os sistemas de manejo estudados não alteraram o surgimento de plantas daninhas avaliadas 24 dias após semeadura da soja (Quadro 11). Constantin et al. (2000) verificaram resultados diferentes, detectando aos 11 dias após semeadura, melhor controle de plantas daninhas (menor infestação, plantas menores e mais sensíveis) com dessecação aos 40 dias antes da semeadura da soja do que em outras épocas de dessecação. Entretanto, Vidal et al. (1998) ressaltam que a infestação de plantas daninhas em plantio

direto, é influenciada tanto pelo tipo e época de manejo, quanto pelo tipo e quantidade de cobertura vegetal na superfície. Furlani (2000), após colheita do feijão, verificou porcentagens de plantas daninhas decrescentes do preparo convencional para escarificação e plantio direto, e explica que a cobertura do solo foi a responsável pela redução no aparecimento das plantas daninhas principalmente no plantio direto.

6.1.6.2 Matéria seca da parte aérea e análise nutricional da soja

Os dados de concentração de nutrientes na planta, não expressam realmente a diferença de absorção da planta, pois, pode ocorrer diluição ou maior concentração de nutrientes, dependendo da arquitetura da planta amostrada indicada pela quantidade de matéria seca produzida. Isto justifica a apresentação dos dados de macronutrientes (Quadro 12) em quantidades de nutrientes extraídos, como em Grego (1999).

O Quadro 12 mostra as quantidades de matéria seca e de macronutrientes da parte aérea de 10 plantas de soja no florescimento, apenas para os sistemas de manejo, pois não houve nenhuma interação significativa entre os mecanismos sulcadores, disco e haste sulcadora.

Quadro 12 Matéria seca (g) da parte aérea de 10 plantas de soja e quantidades (g) de macronutrientes por matéria seca (kg) de 10 plantas em 23/02/00

Manejo	MS (g)	Macronutrientes (g.kg ⁻¹)					
		N	P	K	Ca	Mg	S
PC	71,25 a	2,01 a	0,18 a	1,43 a	0,97 a	0,46 a	0,16 a
EG	62,50 ab	1,71 abc	0,17 a	1,34 a	0,82 ab	0,38 ab	0,15 ab
E	50,00 bc	1,39 bcd	0,14 ab	1,09 ab	0,64 bc	0,32 c	0,11 bc
PDH30	62,50 ab	1,79 ab	0,17 a	1,32 a	0,83 ab	0,41 ab	0,13 ab
PDH10	42,50 c	1,16 cd	0,12 b	0,87 b	0,52 c	0,26 c	0,09 cd
PDH	38,75 c	1,10 d	0,11 b	0,79 b	0,51 c	0,26 c	0,08 d
Média	54,58	1,53	0,15	1,14	0,72	0,35	0,12
CV (a)	31,14%	30,84%	29,25%	30,00%	31,07%	31,23%	29,47%
DMS manejo	17,5	0,59	0,047	0,44	0,23	0,11	0,033

Verifica-se que houve diferença estatística para matéria seca e para todos os macronutrientes, entre plantio direto (PDH10 e PDH) e preparo convencional, onde o convencional sempre apresentou os maiores valores e o plantio direto os menores valores

(Quadro 12). Observa-se, também, que os tratamentos com maior mobilização (PC, EG), não diferiram entre si. Entre os tratamentos de plantio direto, o PDH30 diferiu dos demais, apresentando estatisticamente maiores valores tanto de matéria seca quanto de macronutrientes do que os demais (PDH10 e PDH). Todos os macronutrientes e a matéria seca diminuíram à medida que se utilizou preparo do solo com característica de menor mobilização.

Os resultados do Quadro 12 podem ser explicados com base nas diferentes quantidades de cobertura vegetal na superfície, proporcionadas pelos diferentes equipamentos de preparos do solo e manejos da cobertura empregada. No plantio direto, devido à maior quantidade de cobertura vegetal, formada pela vegetação espontânea e pelos resíduos anteriores, principalmente de milho, que é uma gramínea de decomposição lenta, pode ter ocorrido lenta liberação de nutrientes para o solo, e quanto mais tardiamente a cobertura foi manejada (PDH10 e PDH), menor a liberação de nutrientes devido ao grau menos avançado de decomposição dos resíduos. Isto concorda com Silva (1998), que observou maior disponibilidade de nutrientes na soja devido à rápida decomposição do material vegetal de leguminosas em relação às gramíneas. Já no escarificado, que segundo Veiga et al. (1994) provoca reduzida mobilização do solo e grande parte dos resíduos fica sobre a superfície do terreno, os nutrientes foram absorvidos nas proporções intermediárias comparando aos sistemas de maior e de menor mobilização. Nos tratamentos onde a maior parte dos resíduos foram enterrados pelos equipamentos de preparo (PC e EG), os resíduos são mais facilmente decompostos e os nutrientes estão mais prontamente disponíveis para serem absorvidos pelas plantas de soja. Estes resultados estão de acordo com os obtidos por Grego (1999), para a cultura do feijão em diferentes sistemas de manejo do solo e da cobertura vegetal espontânea.

6.1.6.3 Sistema radicular da soja

As quantidades de matéria seca de raízes no perfil de solo estão apresentadas nos Quadros 13 e 14. Observa-se no Quadro 13 que para os sulcadores, houve diferença significativa apenas na camada de 0-10 cm, onde no preparo convencional houve maior quantidade de raízes no tratamento com disco duplo do que com haste. No preparo convencional, por movimentar ainda mais a linha de semeadura já movimentada pelo preparo, a haste pode ter diminuído o contato solo-semente prejudicando o desenvolvimento radicular,

pois segundo Choudhary & Baker (1982) os mecanismos sulcadores devem atuar no solo, permitindo o contato solo-semente para auxiliar na difusão de água e no desenvolvimento de raízes. Além disso, a opção pelo uso da haste tem sido eficiente em plantio direto, e em solos argilosos com alta resistência à penetração, principalmente por favorecer a descompactação superficial do solo na linha de semeadura (Klein & Boller, 1995; Casão Junior et al. 1998; Araújo et al., 1999c; Casão Junior et al., 2000c; Mello et al., 2001).

Quadro 13 Matéria seca (g) de raízes da soja no florescimento, nas camadas de 0-10, 10-20, 20-30, 30-40 cm (linha e entrelinha) em 24/02/00

Manejos	Matéria seca de raízes (g)					
	Disco duplo	Haste	Média	Disco duplo	Haste	Média
	0-10 cm			10-20 cm		
PC	3,782 a A	2,140 a B	2,961	0,685	0,588	0,636
EG	2,653 ab A	2,217 a A	2,435	0,567	0,919	0,743
E	1,857 b A	2,171 a A	2,014	0,476	0,875	0,676
PDH30	2,100 b A	2,799 a A	2,450	0,570	0,504	0,538
PDH10	2,914 ab A	3,140 a A	3,027	0,399	0,504	0,452
PDH	1,79 b A	1,990 a A	1,890	0,284	0,537	0,411
Média	2,52	2,409	2,463	0,497	0,655	0,576
CV(a)=28,73% CV(b)=34,78% CV(c)=28,76%				CV(a)=40,78% CV(b)=39,65% CV(c)=49,32%		
DMS manejo=1,523 DMS sulcador=1,093				DMS manejo=1,562 DMS sulcador=1,410		
Manejos	20-30 cm			30-40 cm		
PC	0,284	0,278	0,281	0,123	0,121	0,122
EG	0,249	0,333	0,292	0,154	0,139	0,146
E	0,294	0,356	0,326	0,157	0,158	0,158
PDH30	0,250	0,226	0,238	0,139	0,139	0,139
PDH10	0,339	0,282	0,311	0,147	0,138	0,143
PDH	0,268	0,284	0,276	0,113	0,157	0,135
Média	0,281	0,293	0,287	0,139	0,142	0,141
CV(a)=19,97% CV(b)=12,87% CV(c)=20,81%				CV(a)=26,76% CV(b)=17,47% CV(c)=30,37%		
DMS manejo=0,126 DMS sulcador=0,084				DMS manejo=0,087 DMS sulcador=0,060		

Nas Figuras 18 a 23 percebe-se que a maior parte do sistema radicular está na linha de semeadura e na camada de 0-10 cm, concordando com Câmara (1998), que descreve que 40% do sistema radicular da soja situam-se nos primeiros 15 cm de profundidade.

A maior quantidade de raízes na entrelinha de 0-40 cm de camada no plantio direto com haste sulcadora, comparado com disco (Quadro 14), pode ser explicada devido à maior largura do sulco formado pela haste, facilitando o crescimento das raízes secundárias nas laterais.

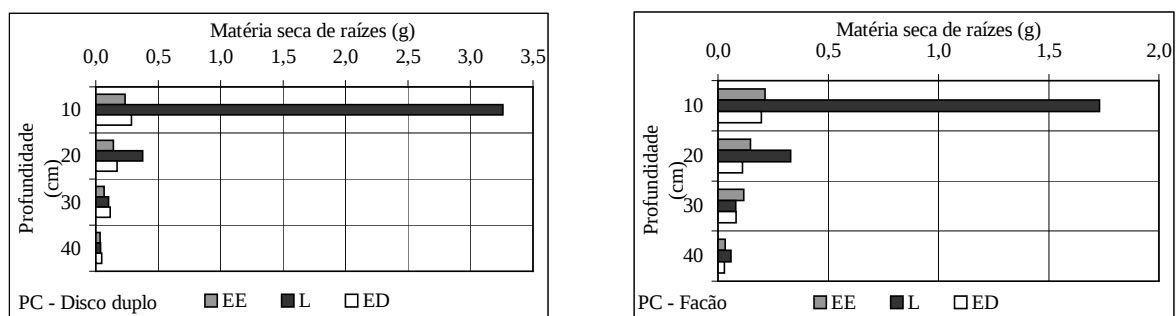


Figura 18 Matéria seca (g) de raízes de soja, na camada de 0-40 cm, nas entrelinhas esquerda (EE) e direita (ED) e na linha (L), no tratamento PC com disco duplo e haste.

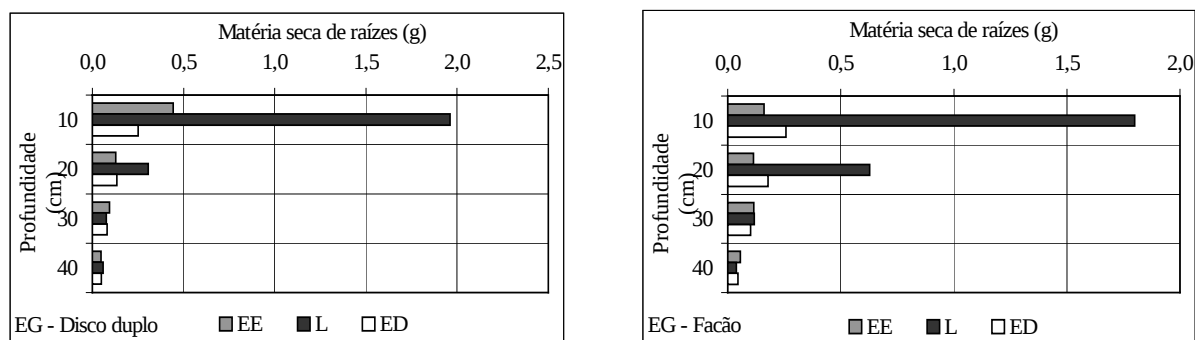


Figura 19 Matéria seca (g) de raízes de soja, na camada de 0-40 cm, nas entrelinhas esquerda (EE) e direita (ED) e na linha (L), no tratamento EG com disco duplo e haste.

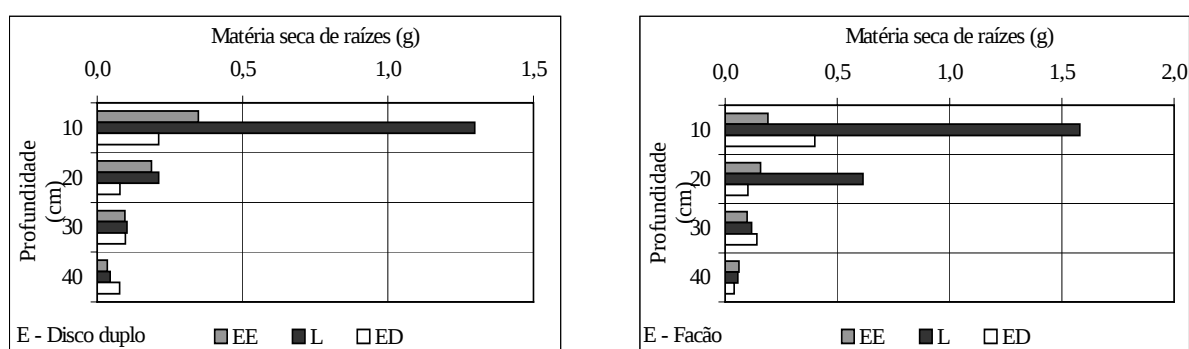


Figura 20 Matéria seca (g) de raízes de soja, na camada de 0-40 cm, nas entrelinhas esquerda (EE) e direita (ED) e na linha (L), no tratamento E com disco duplo e haste.

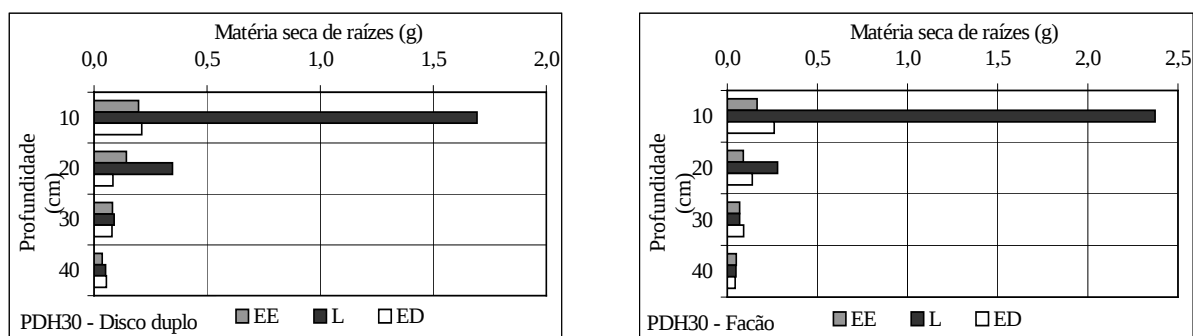


Figura 21 Matéria seca (g) de raízes de soja, na camada de 0-40 cm, nas entrelinhas esquerda (EE) e direita (ED) e na linha (L), no tratamento PDH30 com disco duplo e haste.

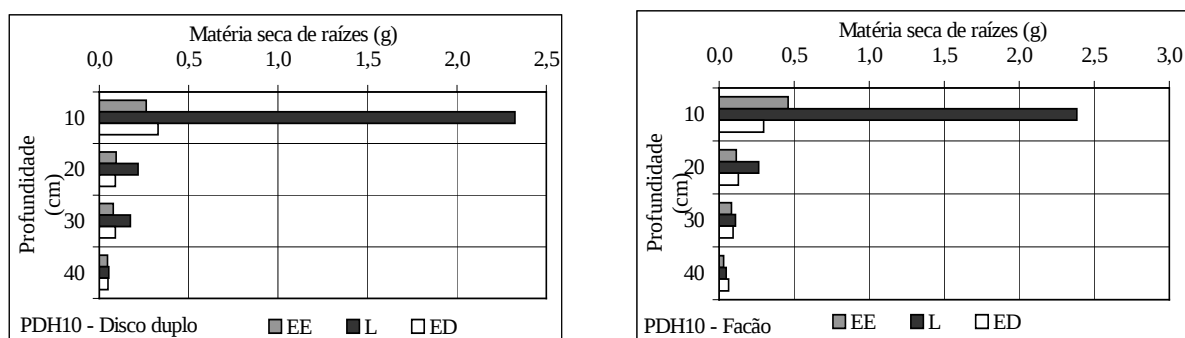


Figura 22 Matéria seca (g) de raízes de soja, na camada de 0-40 cm, nas entrelinhas esquerda (EE) e direita (ED) e na linha (L), no tratamento PDH10 com disco duplo e haste.

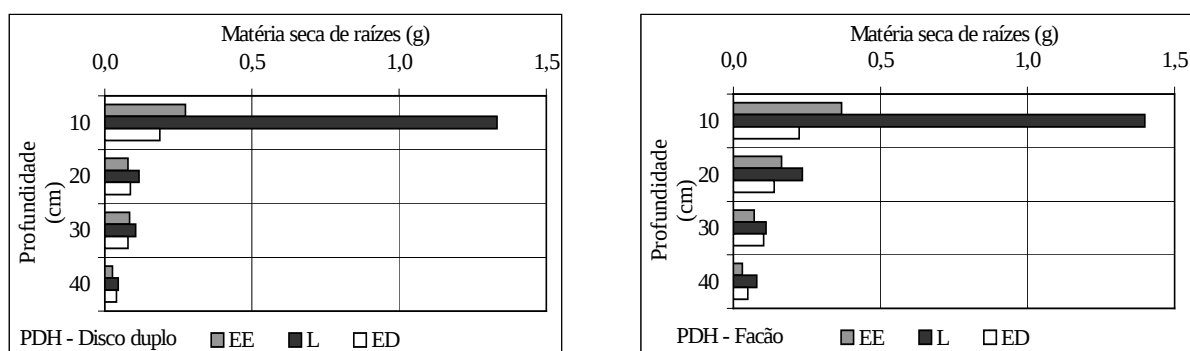


Figura 23 Matéria seca (g) de raízes de soja, na camada de 0-40 cm, nas entrelinhas esquerda (EE) e direita (ED) e na linha (L), no tratamento PDH com disco duplo e haste.

Segundo Schlosser et al. (1999), no plantio direto, os discos rompem o solo por compressão em forma de “V” e a haste rompe o solo deslizando e promovendo maior distúrbio na linha de passagem, que segundo Casão Junior et al. (2000c) resolve o problema da compactação superficial, e que de acordo com Mello & Takahashi (2000) e Mello et al. (2001), oferece melhores condições de desenvolvimento de raízes no perfil. Vários autores verificaram que camadas de solo compactadas afetam o crescimento radicular da soja, oferecendo resistência ao seu crescimento (Benez et al., 1986; Moraes 1988; Moraes et al., 1991; Rosolem et al., 1994; Silva, 1998; Foloni, 1999; Queiroz-Voltan et al., 2000). Contudo, os resultados obtidos para os sulcadores (Quadros 13 e 14) não permitem inferir se o uso do disco duplo ou da haste interferiu na produção de matéria seca de raiz da soja, devido à ausência de diferenças principalmente na linha de semeadura.

Quadro 14 Total de matéria seca (g) de raízes da soja no florescimento, na linha, entrelinha de semeadura e total, na camada de 0-40 cm, em 24/02/00

Total de matéria seca de raízes (g)						
Manejos	Disco duplo	Haste	Média	Disco duplo	Haste	Média
	0-40 cm linha			0-40 cm entrelinha		
PC	4,027 a A	2,197 a B	3,112	1,098 ab A	0,903 a A	0,281
EG	2,404 ab A	2,582 a A	2,493	1,220 a A	1,028 a A	0,292
E	1,657 b A	2,369 a A	2,013	1,128 ab A	1,192 a A	0,326
PDH30	2,178 b A	2,767 a A	2,472	0,884 b A	0,902 a A	0,238
PDH10	2,516 ab A	2,800 a A	2,659	1,034 ab A	1,262 a B	0,311
PDH	1,601 b A	1,820 a A	1,713	0,859 b A	1,143 a B	0,276
Média	2,397	2,420	2,410	1,037	1,076	0,287
CV(a)=34,91% CV(b)=33,03% CV(c)=28,43%				CV(a)=15,57% CV(b)=8,79% CV(c)=13,79%		
DMS manejo=1,654 DMS sulcador=1,050				DMS manejo=0,335 DMS sulcador=0,206		
Manejos	Disco duplo	Haste	Média			
	0-40 cm, total (linha e entrelinha)					
PC	4,875 a A		3,127 a B		4,001	
EG	3,624 ab A		3,610 a A		3,617	
E	2,785 b A		3,560 a A		3,173	
PDH30	3,061 b A		3,669 a A		3,365	
PDH10	3,801 ab A		4,064 a A		3,933	
PDH	2,461 b A		2,968 a A		2,714	
Média	3,435		3,499		3,467	
CV(a)=23,77% CV(b)=23,35% CV(c)=20,14% DMS manejo=1,645 DMS sulcador=1,067						

Quanto aos sistemas de preparo do solo, as diferenças detectadas (Quadro 14), foram proporcionais às diferenças verificadas na camada superficial de 0-10 cm

com disco duplo, conforme Quadro 13, pois tiveram o mesmo comportamento entre os tratamentos de sistemas de manejo do solo. O preparo convencional com sulcador disco duplo, diferiu do plantio direto e escarificado, apresentando maiores quantidades de matéria seca de raiz tanto na linha quanto na entrelinha de semeadura, pois, como foi relatado por Moraes (1988); Moraes et al. (1991); Rosolem et al. (1994); Silva (1998); Foloni (1999); Queiroz–Voltan et al. (2000), e camadas de solo compactadas, com maior resistência à penetração, afetam o desenvolvimento radicular da soja, oferecendo resistência ao seu crescimento, e muitas vezes é verificada camada superficial compactada em plantio direto.

Benez et al. (1979) verificaram tanto para solo arenoso quanto para argiloso, maior quantidade de matéria seca de raízes de soja nos sistemas de maior mobilização da camada superficial do solo do que no plantio direto, e Gamero (1985) também verificou maior quantidade de matéria seca de raízes de milho nos tratamentos com enxada rotativa e convencional, do que no cultivo mínimo, atribuindo a maior resistência à penetração verificada no cultivo mínimo. Mello (1988) chegou a observar que o sistema radicular da soja sofreu inclinação de até 90° em plantio direto comparado com o convencional e preparo reduzido, devido à maior resistência do solo à penetração.

Entre os tratamentos com plantio direto observa-se que, para as épocas de dessecação, não houve diferença estatística (Quadro 14), indicando que o efeito das épocas de manejo da cobertura vegetal não se pronunciaram no desenvolvimento radicular da soja, pois também não interferiram na infestação de plantas daninhas aos 24 dias após semeadura da soja (Quadro 11).

6.1.6.4 Características físicas do solo

Os resultados da densidade do solo são apresentados no Quadro 15 e da resistência do solo à penetração no Quadro 16 e na Figura 24, assim como o teor de água no momento da avaliação. As avaliações foram realizadas no período de maturação da soja, ou seja, no período que antecede a colheita.

Verifica-se no Quadro 15 que não ocorreram diferenças significativas entre os tratamentos estudados, discordando de Benez (1980) que encontrou menores densidades nos preparos de maior mobilização do que no plantio direto.

Quadro 15 Densidade do solo (kg.dm^{-3}) em três camadas (0-10, 10-20 e 20-30cm), na entrelinha e na linha de semeadura da soja na maturação, em 05/04/00

Densidade do solo na linha da semeadura (kg.dm ⁻³)							
Manejo	Disco duplo	Haste	Disco duplo	Haste	Disco duplo	Haste	Média
	0-10 cm		10-20 cm		20-30 cm		
PC	1,44 A	1,30 B	1,44	1,42	1,49	1,44	1,42
EG	1,34 A	1,45 A	1,39	1,48	1,49	1,44	1,43
E	1,44 A	1,50 A	1,52	1,38	1,54	1,53	1,49
PDH30	1,46 A	1,45 A	1,48	1,46	1,45	1,45	1,46
PDH10	1,35 A	1,41 A	1,43	1,42	1,55	1,42	1,43
PDH	1,53 A	1,53 A	1,53	1,51	1,55	1,56	1,53
Média	1,43	1,44	1,47	1,45	1,51	1,47	1,46
CV% (a)=12,06 (b)=5,01 (c)=5,21			(a)=9,3 (b)=9,42 (c)=6,44			(a)=8,05 (b)=5,05 (c)=6,28	
DMS manejo=0,296 sulcador=0,110			manejo=0,252 sulcador=0,150			manejo=0,233 sulcador=0,136	

Densidade do solo na entrelinha de semeadura (kg.dm ⁻³)							
Manejo	Disco duplo	Haste	Disco duplo	Haste	Disco duplo	Haste	Média
	0-10 cm		10-20 cm		20-30 cm		
PC	1,35	1,37	1,45	1,51	1,45	1,44	1,42
EG	1,40	1,35	1,38	1,41	1,43	1,46	1,41
E	1,48	1,55	1,47	1,49	1,50	1,51	1,50
PDH30	1,50	1,43	1,50	1,48	1,45	1,46	1,47
PDH10	1,49	1,41	1,45	1,49	1,47	1,44	1,46
PDH	1,57	1,59	1,55	1,59	1,54	1,47	1,55
Média	1,47	1,45	1,47	1,49	1,47	1,46	1,47
CV% (a)=9,81 (b)=6,44 (c)=6,80			(a)=6,32 (b)=7,86 (c)=7,82			(a)=7,91 (b)=7,18 (c)=6,38	
DMS manejo=0,276 sulcador=0,150			manejo=0,227 sulcador=0,17			manejo=0,230 sulcador=0,140	

Grego (1999) e Mello (1988) não observaram influência na densidade do solo, de acordo com sistemas de manejo, contudo, Mello (1988) verificou que após três anos de cultivo da soja, houve redução da densidade do solo no plantio direto de 1,58 para $1,47 \text{ kg.dm}^{-3}$, evidenciando a importância do tempo de cultivo na interferência da densidade do solo.

Os teores médios de água do solo no momento da avaliação da resistência à penetração foram de 269,9; 254,8 e $268,9 \text{ g.kg}^{-1}$, nas camadas de 0-10, 10-20 e 20-30 cm, respectivamente, não diferindo em relação aos sistemas de manejo estudados.

Verifica-se no Quadro 16, que não houve diferença nos valores de resistência à penetração entre os mecanismos sulcadores (disco duplo e haste), discordando de Mello & Takahashi (2000), que verificaram que com haste ocorreram menores valores de resistência à penetração na linha de semeadura na camada de 0-10 cm.

Quadro 16 Resistência do solo à penetração (kPa) na camada 0-35 cm, na maturação da soja, em 05/04/00.

Manejos	Resistência do solo à penetração na linha (kPa)		
	Disco duplo	Haste	Média
PC	2413 bc	2314 bcd	2364
EG	2159 c	1927 d	2043
E	2608 bc	2115 cd	2360
PDH30	3146 ab	3164 ab	3155
PDH10	2924 abc	2929 abc	2927
PDH	3555 a	3279 a	3415
Média	2800	2621	2711
CV(a)=13,19% CV(b)=12,08% CV(c)=17,74% DMS manejo=915,9 DMS sulcador=683,2			
Manejos	Resistência do solo à penetração na entrelinha (kPa)		
	Disco duplo	Haste	Média
PC	1995 c	2319 c	2157
EG	2388 bc	2452 bc	2420
E	2414 bc	1964 c	2189
PDH30	3280 a	3361 a	3321
PDH10	3093 a	3234 ab	3163
PDH	3725 a	3873 a	3799
Média	2816	2867	2841
CV(a)=14,17% CV(b)=9,37% CV(c)=12,87% DMS manejo=827,35 DMS sulcador=522,39			

Entre os sistemas de manejo do solo, tanto na linha quanto na entrelinha de semeadura, ocorreram menores valores para o escarificado e preparo convencional, comparados com o plantio direto (Quadro 16). Na entrelinha de semeadura, os valores de resistência são maiores e as diferenças entre os tratamentos são mais acentuadas, do que na linha de semeadura, pois não sofreu a ação dos órgãos sulcadores, resultado que pode ser melhor visualizado na Figura 24, onde as curvas atingem maiores valores e os dois grupos apresentam-se bastante distintos (escarificado e preparo convencional comparados com plantio direto).

O resultado do Quadro 16, para os manejos do solo, pode ser argumentado, devido ao plantio direto acomodar a superfície do solo pelo não revolvimento e pelo tráfego de máquinas, resultando no aumento superficial (5-20 cm) da resistência à penetração, detectado também por, Ralisch et al.(1983), Klein & Boller (1995) e Araújo et al. (2001). Já em solos preparados via mobilização, segundo Hakanson et al. (1988), a compactação é mais subsuperficial devido ao impedimento mecânico logo abaixo das camadas de solo movimentada pelo implemento. Resultados semelhantes foram obtidos por Levien

(1999), no primeiro ano de cultivo, que apesar de não definir linha e entrelinha de semeadura, o escarificado e convencional apresentaram-se sempre com menores resistências do que o plantio direto.

Os diferentes resultados de resistência à penetração, principalmente entre plantio direto e preparo convencional (Quadro 16), estão relacionados com os obtidos para quantidades de nutrientes absorvidos pela planta (Quadro 12) e para matéria seca de raiz (Quadros 13 e 14), pois, com maior resistência à penetração, verificadas no plantio direto, afetaram o crescimento radicular da soja, diminuindo a matéria seca de raiz e afetam a absorção de nutrientes pela planta. Os resultados estão de acordo com Benez et al. (1979), Ralisch et al. (1983) e Gamero (1985) que atribuíram a menor matéria seca de raízes e a dificuldade de enraizamento nos sistemas de manejos conservacionistas, como cultivo mínimo e plantio direto, à maior resistência à penetração do solo verificada nestes sistemas, comparados com preparo do solo convencional.

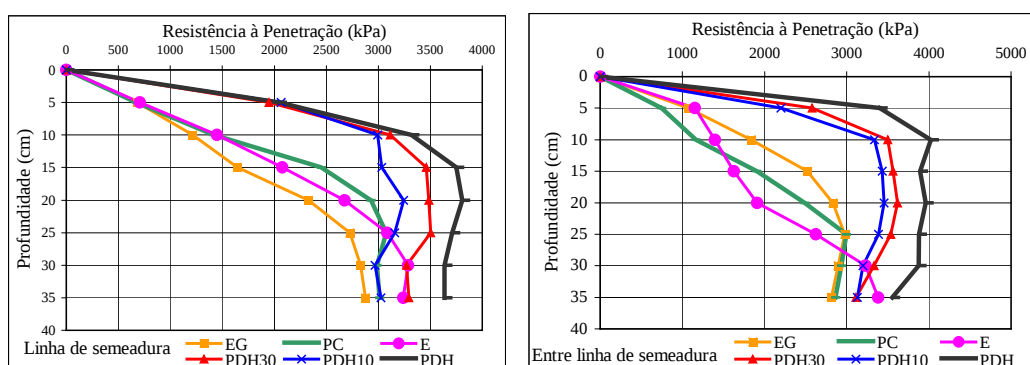


Figura 24 Resistência à penetração (kPa) na camada de 0-35 cm, na linha e entrelinha de semeadura da soja, de acordo com os manejos do solo estudados.

6.1.7 Avaliações referentes à colheita da soja

6.1.7.1 Componentes de produção e produtividade da soja

Os componentes de produção da soja (população final de plantas por metro, altura de plantas (cm), altura de inserção da primeira vagem (cm), número de vagens por planta) estão apresentados no Quadro 17. A massa de 100 grãos e produtividade de soja podem ser verificadas no Quadro 18.

Não houve diferenças significativas entre os mecanismos sulcadores, disco duplo e haste, para os componentes de produção e para a produtividade da soja (Quadro 17 e 18). Como o uso dos sulcadores não influenciou a população inicial de plantas (Quadro 10), também não houve influência na população final, o que discorda de Mello & Takahashi (2000) que verificaram para o milho, menor população inicial e final de plantas com o uso do disco em relação a haste, porém não observaram diferenças na produtividade. Klein & Boller (1995), observaram maior produtividade de milho no plantio direto com o sulcador tipo haste do que no disco duplo. Todos os autores argumentam o resultado para o milho, devido à vantagem do haste em eliminar o problema da compactação.

Quadro 17 População final de plantas por metro, altura de plantas (cm), altura de inserção da primeira vagem (cm) e número de vagens por planta, em 14/04/00

Manejos	População final (plantas.metro ⁻¹)			Altura de plantas (cm)		
	Disco duplo	Haste	Média	Disco duplo	Haste	Média
PC	14,3 a	14,4 ab	14,34	42,2 ab	42,7 ab	42,5
EG	13,4 a	14,8 ab	14,12	40,2 ab	40,7 ab	40,5
E	14,5 a	14,2 ab	14,37	42,5 ab	44,2 ab	43,4
PDH30	15,1 a	15,3 a	15,18	47,5 a	46,5 a	47,0
PDH10	14,8 a	14,1 ab	14,46	48,0 a	42,0 ab	45,0
PDH	13,2 a	12,1 b	12,65	35,2 b	33,2 b	34,2
Média	14,2	14,2	14,20	42,6	41,6	42,1
CV% e DMS ver Apêndice (dados transformados)				CV(a)=12,28% DMS manejo=11,39	CV(b)=8,95% DMS sulcador=7,71	CV(c)=12,87%
Manejos	Altura de inserção 1ª vagem (cm)			Número de vagens (vagens.planta ⁻¹)		
	Disco duplo	Haste	Média	Disco duplo	Haste	Média
PC	10,0	9,2	9,6	40,7	37,7	38,2
EG	9,5	11,2	10,4	30,0	28,5	29,2
E	10,7	11,0	10,9	33,2	27,5	30,4
PDH30	12,0	9,2	10,6	35,0	34,7	34,9
PDH10	11,2	9,5	10,4	32,7	37,2	35,0
PDH	8,2	7,7	8,0	33,2	35,0	34,2
Média	10,3	9,7	10,0	34,2	33,1	33,7
CV(a)=16,96% CV(b)=22,57% CV(c)=20,72% DMS manejo=4,07 DMS sulcador=3,12				CV(a)=25,55% DMS manejo=16,68	CV(b)=27,47% DMS sulcador=10,79	CV(c)=20,08%

Sobre a discussão dos Quadros 17 e 18, deve-se salientar que o efeito do sulcador no desenvolvimento e produção das culturas em solo argiloso, depende muito do teor de água do solo no momento e após semeadura. Benez (1972) cita que o teor de água no solo não influi somente na germinação, mas também após, sendo um fator importante na obtenção de população de plantas adequadas. Como o solo estava com teor de água

considerado elevado no momento da semeadura (Quadro 6) e também ocorreram altas precipitações da emergência até o florescimento, como mostrado na Figura 6, propiciaram as mesmas condições de desenvolvimento, mascarando o efeito dos sulcadores disco e haste, pois em condições de altos teores de água, a resistência do solo à penetração é diminuída, facilitando principalmente o desenvolvimento radicular das plantas que praticamente foi o mesmo, entre haste e disco (Quadro 13 e 14). Portella et al. (1997) verificaram que em condições de deficiência hídrica na semeadura, a haste permitiu em camadas mais profundas, melhor aproveitamento de água pela semente do que o disco que depositou mais superficialmente as sementes e prejudicou sua emergência.

Quadro 18 Massa de 100 grãos (g) e produtividade (kg.ha⁻¹) de soja, em 14/04/00.

Manejos	Massa de 100 grãos (g)			Produtividade (kg.ha ⁻¹)		
	Disco duplo	Haste	Média	Disco duplo	Haste	Média
PC	15,37	16,18	15,78	2257,7 a	1980,0 ab	2118,9
EG	17,91	15,89	16,91	2143,7 a	2000,0 ab	2071,9
E	18,18	18,60	18,39	2019,5 a	1746,2 ab	1882,9
PDH30	18,46	16,85	17,66	2455,0 a	2188,2 a	2321,6
PDH10	19,81	17,47	18,65	2012,5 a	1931,7 ab	1972,1
PDH	17,61	18,04	17,83	1814,0 a	1405,0 b	1609,5
Média	17,89	17,17	17,53	2117,1	1875,2	1996,1
CV(a)=26,49% CV(b)=10,44% CV(c)=19,74%				CV(a)=12,67% CV(b)=6,98% CV(c)=11,01%		
DMS manejo=8,85 DMS sulcador=4,85				DMS manejo=692,74 DMS sulcador=422,23		

Quanto aos sistemas de manejo do solo, independente do tipo de sulcador, foram verificadas diferenças para a população final, altura de plantas e produção (Quadro 17 e 18). Observa-se que as diferenças ocorreram entre sistemas de manejo da cobertura vegetal no plantio direto, PDH30, PDH10 e PDH, e não entre os sistemas de manejo do solo (PC, EG, E e PD). Isto difere dos resultados obtidos por Mello (1988) e Lopes (2001), que encontraram maiores alturas de plantas e produtividade no preparo convencional comparado com o plantio direto, pois segundo os autores, o solo com maior resistência à penetração aliado com a baixa disponibilidade de água no solo, influenciou negativamente no desenvolvimento e na produtividade da cultura, principalmente no plantio direto. A altura de inserção da primeira vagem (10 cm) foi menor do que o limite mínimo ideal para colheita mecânica estabelecido por Mello (1988) em 13 cm, e também foi menor do que a média de três cultivos obtida pelo autor anterior que foi de 17,5 cm.

Nota-se que para as épocas de dessecação da cobertura em plantio direto, o pior resultado foi para dessecação após semeadura (PDH) em relação a dessecação aos 30 dias antes da semeadura (PDH30), pois apresentou menor população final, menor altura de plantas e menor produtividade (Figura 25). Isto está relacionado com a menor população inicial de plantas e menor índice de velocidade de emergência (Quadro 10) e menor quantidade de matéria seca e de nutrientes absorvidos pela parte aérea das plantas (Quadro 12), observados anteriormente por este tratamento. Pontes (1999) observou que o aumento do período de convivência das plantas daninhas com a cultura provocado pelo tratamento sem dessecação em plantio direto, acusou menores valores de altura final de plantas de milho. No presente caso, observa-se ainda (Figura 25) que quanto mais cedo (mais distante da semeadura) se dessecou a cobertura vegetal, maior a produção obtida, podendo apontar o melhor resultado para a dessecação 30 dias antes da semeadura em plantio direto, pois de acordo com os fatores já comentados, este resultado pode estar relacionado à interferência inicial de plantas daninhas na soja em emergência no PDH e diferentes graus de composição da cobertura vegetal provocados pelas diferentes épocas de dessecação.

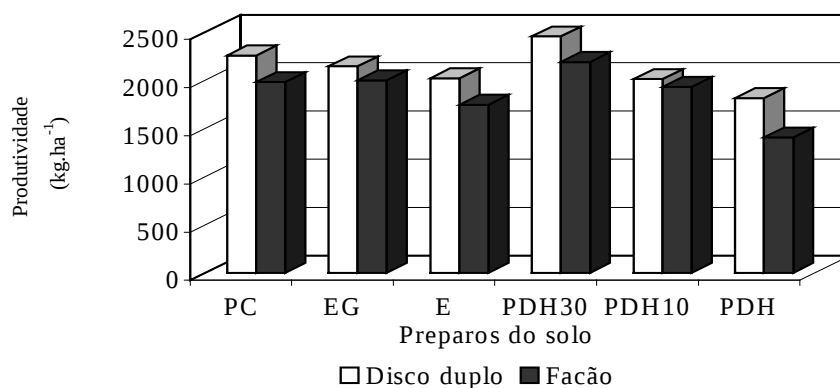


Figura 25 Produtividade (kg.ha^{-1}) de soja, nos tratamentos estudados.

Apesar dos valores médios de produtividade serem semelhantes aos obtidos por Mello (1988), Lopes (2001), e Barizon (2001), são menores quando comparados com resultados obtidos por Bertol & Ficher (1997), Santos (2000) e Costa (2000), e até mesmo em lavouras comerciais (média de 2730 kg.ha^{-1} no estado de São Paulo segundo Agrianual (2000)). Um dos fatores que certamente influenciou tal resultado, também verificado por Barizon (2001), foi o atraso na época de semeadura devido a estiagem.

6.1.7.2 Matéria seca de plantas e cobertura vegetal após colheita da soja

Os resultados referentes à avaliação da matéria seca de plantas de soja e cobertura vegetal na superfície do solo após colheita, são apresentados no Quadro 19. Nota-se que não foram verificadas diferenças significativas entre os mecanismos sulcadores disco duplo e haste, com exceção da quantidade de matéria seca total em PDH30, onde o disco duplo resultou em maior quantidade do que a haste. Isto pode ser justificado pelo efeito da haste em mobilizar mais o solo no sulco de semeadura. A matéria seca da parte aérea de 10 plantas de soja, também não diferiu em relação aos sistemas de manejo do solo, confrontando os resultados obtidos quanto a altura de plantas (Quadro 17), onde o PDH obteve menores valores do que o PDH30 e PDH10. Isto discorda de Mello (1988) e Lopes (2001), que verificaram menores quantidades nos tratamentos de plantio direto, correlacionando com a menor altura de plantas em relação ao preparo convencional.

A matéria seca total da superfície do solo após colheita, apresentou diferenças entre os sistemas de manejo do solo, onde o preparo convencional diferiu do plantio direto PDH30 com disco duplo e PDH com haste, apresentando as menores quantidades (Quadro 19). Como no preparo convencional houve maior incorporação da cobertura vegetal observada após preparo e semeadura (Quadro 7), mesmo com o acréscimo dos restos culturais da soja após colheita, continuou apresentando menores quantidade de cobertura, concordando com os resultados de Pontes (1999), Grego (1999), Marques (2000), Coelho (2000) e Silva (2000a).

Quadro 19 Matéria seca (g) da parte aérea de plantas na colheita (MS plantas) em 14/04/00 e matéria seca total (MS total) em kg.ha⁻¹ na superfície após colheita, em 20/04/00

Manejos	MS plantas (g)			MS total (kg.ha ⁻¹)		
	Disco duplo	Haste	Média	Disco duplo	Haste	Média
PC	9,92	10,47	10,20	4881 b A	4099 b A	4490
EG	7,32	10,04	8,68	6656 ab A	5383 ab A	6019
E	7,81	10,47	9,14	6431 ab A	4263 b A	5347
PDH30	10,29	10,52	10,40	9087 a A	6070 ab B	7578
PDH10	10,40	8,90	9,65	7809 ab A	7651 a A	7730
PDH	10,74	8,93	9,84	6787 ab A	7366 ab A	7076
Média	9,42	9,89	9,65	6942	5805	6373
CV(a)=30,41% CV(b)=16,93% CV(c)=20,55%				CV(a)=20,65% CV(b)=27,96% CV(c)=26,99%		
DMS manejo=5,44 DMS sulcador=2,87				DMS manejo=3308 DMS sulcador=2571		

6.2 Segundo ano experimental – 2000 / 2001

6.2.1 Semeadura do triticale

Logo após a colheita da soja do experimento do primeiro ano, realizou-se a semeadura direta (sem realizar operações de preparo do solo) do triticale em toda área experimental, com o objetivo de formar cobertura vegetal para a próxima cultura de verão, pois segundo Felício et al. (1999), a maior potencialidade para o desenvolvimento da cultura do triticale encontra-se em áreas menos adaptadas ao cultivo de outros cereais de inverno, principalmente devido à sua rusticidade. Baseando-se na época recomendada para semeadura do triticale e na informação de Felício et al. (1999), que encontrou redução de produção em semeaduras realizadas tardiamente para o Estado de São Paulo, efetuou-se a semeadura do triticale no início do mês de maio, apesar da deficiência hídrica ocorrida no período (Figura 4), semeando-se em solo seco.

Os teores médios de água do solo no momento da semeadura foram 163,1 g.kg⁻¹ e 179,0 g.kg⁻¹, respectivamente, para as camadas de 0-10 e 10-20 cm. De acordo com o Quadro 20 não houve diferença entre os tratamentos estudados. Levien (1999), antes da semeadura da aveia preta, encontrou (na camada de 0-10 cm de camada) menor teor de água no preparo convencional do que no escarificado e plantio direto, os quais não diferiram entre si, e atribuiu à maior cobertura sobre o solo após os preparos, e às chuvas ocorridas (45 mm) três dias antes da amostragem, fatos que não ocorreram no presente experimento.

Quadro 20. Média do teor de água do solo (g.kg⁻¹), nas camadas de 0-10 e 10-20 cm, no momento da semeadura do triticale em 05/05/00

Manejos	Teor de água do solo (g.kg ⁻¹)	
	0-10 cm	10-20 cm
PC	142,9	168,5
EG	154,2	147,9
E	157,8	167,8
PDH30	183,9	191,7
PDH10	175,6	204,0
PDH	164,3	193,4
Média	163,1	179,0
CV=15,57% DMS=42,7 CV=15,73% DMS=59,4		

Após a realização da semeadura do triticale avaliou-se a cobertura vegetal total na superfície do solo, em quantidade (kg.ha^{-1}) e porcentagem (%) (Quadro 21). Comparando o valor médio de matéria seca total após colheita da soja (Quadro 19) que foi de 6373 kg.ha^{-1} com o valor após semeadura do triticale (Quadro 21) que foi de 3668 kg.ha^{-1} , nota-se uma redução de 57,6 %, indicando que apesar do solo estar com baixo teor de água, a operação de semeadura pode ter encoberto cerca da metade de massa seca da superfície. Isto está relacionado ao espaçamento entrelinhas da semeadura do triticale (20 cm), pois é compatível com os resultados do primeiro ano após semeadura do milheto (espaçamento de 17 cm), diferindo dos resultados após semeadura da soja (espaçamento de 50 cm). Siqueira (1999) e Levien (1999) não observaram diferença de redução na matéria seca de resíduos após semeadura do milho com espaçamento de 90 cm entrelinhas. Observa-se que as porcentagens de cobertura são maiores do que 30%, indicando manejo conservacionista segundo Allmaras & Dowdy (1985) e Magleby & Schertz (1988).

Os sistemas de manejo do solo diferiram estatisticamente para a matéria seca e para a porcentagem de cobertura, onde o plantio direto (PDH30, PDH10) com o disco duplo, apresentou as maiores quantidades e porcentagens, diferindo dos preparos de maior mobilização como convencional e escarificado (Quadro 21). Isto está relacionado ao resultado de matéria seca total após colheita da soja (Quadro 19) que apresentou semelhantes variações de acordo com os manejos do solo, indicando que a redução da cobertura após semeadura direta do triticale foi proporcional em todos os preparos, pois não houve realizações prévias de preparo do solo.

Quadro 21 Quantidade de matéria seca total (kg.ha^{-1}) e porcentagem de cobertura vegetal na superfície do solo, após semeadura do triticale, em 05/05/00

Manejos	Matéria seca total (kg.ha^{-1})			Porcentagem de cobertura (%)		
	Disco duplo	Haste	Média	Disco duplo	Haste	Média
PC	3241 b A	2953 a A	3097	84,0 b A	77,2 b B	80,6
EG	3093 b A	3000 a A	3046	85,5 b A	80,5 ab A	83,1
E	2798 b A	2938 a A	2868	87,7 b A	80,2 ab B	84,0
PDH30	5872 a A	3272 a B	4572	94,7 a A	88,0 a B	91,4
PDH10	5465 a A	3687 a B	4576	94,2 a A	87,5 a B	90,9
PDH	4358 ab A	3343 a A	3850	91,0 ab A	82,5 a B	86,7
Média	4138	3199	3668	89,5	82,7	86,1

CV(a)=24,04% CV(b)=37,27% CV(c)=25,23%

CV% DMS ver Apêndice (dados transformados)

DMS manejo=1944,9 DMS sulcador=1491,0

Quanto aos mecanismos sulcadores observa-se que para a matéria seca, houve significativamente menores quantidades na haste comparada com o disco, apenas para o plantio direto com dessecação aos 30 e 10 dias antes da semeadura (Quadro 21). Já na porcentagem de cobertura, a haste apresentou significativamente menores porcentagens do que o disco duplo (com exceção no EG), indicando que a redução na cobertura do solo observada após semeadura da soja (Quadro 7 e 8), prevaleceu após a semeadura do triticale.

A formação de cobertura vegetal pela cultura do triticale ficou extremamente prejudicada por ocorrer deficiência hídrica até início de junho (Figura 4) devido às baixas precipitações (Figura 7). Este fato retardou a germinação, que foi deficiente e irregular, prejudicando todas as fases seguintes da cultura. Campos et al. (1988) ressaltam que, no Brasil, a utilização do triticale para formação de cobertura vegetal no plantio direto, iniciou-se na região sul, com resultados satisfatórios devido ao clima favorável. A maioria dos trabalhos de pesquisa encontrados sobre a cultura foram desenvolvidos nos estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul, porém, Felício et al. (1999) e Felício et al. (2001) desenvolveram trabalhos no estado de São Paulo, verificando a adaptação de cultivares de triticale, de acordo com a época de semeadura. Felício et al. (1999) verificaram que a semeadura em meados de maio reduziu o rendimento de grãos comparado com semeaduras em março e abril, e Felício et al. (2001), realizando a semeadura no mês de abril, verificaram que o ciclo das plantas, da emergência ao espigamento, foi mais longo na condição de ambiente em várzea úmida do que o cultivo irrigado, entretanto não estudaram a adaptação das cultivares sem irrigação.

No período de espigamento das plantas de triticale que conseguiram se sobressair, realizou-se uma avaliação visual da quantidade de plantas de triticale que cobriam o solo e da vegetação espontânea, cuja espécie predominante era a nabiça. Esta avaliação foi necessária para melhor representatividade, diante das falhas e irregularidades das plantas presentes na superfície do solo. Foi estabelecido um critério de notas conforme a metodologia detalhada no item Material e Métodos, e os resultados estão no Quadro 22. Não foram verificadas diferenças significativas entre os tratamentos estudados, tanto para triticale quanto para vegetação espontânea, percebendo-se que os valores estão concentrados entre 1,7 e 3,5, ou seja, porcentagens entre 20 e 60% de solo coberto visualmente por triticale e vegetação espontânea. Nota-se também que as notas para as plantas de triticale (2,7) foram equilibradas

com as notas para vegetação espontânea (2,1). Os valores indicam que cerca de metade da área visual do solo não foi coberta pela cultura de triticales, podendo inviabilizar, neste caso, seu aproveitamento como fornecedora de cobertura vegetal do solo, em condições de baixos teores de água no solo.

Quadro 22 Notas estabelecidas através da avaliação visual das plantas de triticales e da vegetação espontânea que cobriam o solo, em 13/09/00

Manejos	Notas para triticales			Notas para vegetação espontânea		
	Disco duplo	Haste	Média	Disco duplo	Haste	Média
PC	3,5	3,0	3,2	1,7	1,7	1,7
EG	2,7	2,2	2,5	2,5	2,2	2,4
E	2,2	2,2	2,2	2,2	2,5	2,4
PDH30	3,0	2,5	2,7	1,2	2,0	1,6
PDH10	2,5	2,7	2,6	1,5	2,0	1,7
PDH	3,0	3,0	3,0	2,2	2,2	2,2
Média	3,3	2,6	2,7	1,9	2,1	2,1

Notas 1= 0-20%; 2=21-40%; 3=41-60%; 4=61-80%; 5=81-100%

CV% DMS ver Apêndice (dados transformados)

6.2.2 Semeadura do milho

Em busca de outra tentativa de formar cobertura vegetal, no segundo ano experimental, procedeu-se à dessecação das plantas de triticales e da vegetação espontânea, para que fosse semeado o milho no mês de setembro, assim que as condições de água do solo permitissem, pois apesar de estar ocorrendo reposição hídrica (Figura 4), as crescentes temperaturas decorrentes do final do inverno e início da primavera aumentaram a evapotranspiração, propiciando redução no teor de água do solo, principalmente na superfície.

De acordo com o balanço hídrico, apresentado na Figura 4, pode-se verificar que só houve excedente hídrico no solo no início de setembro, devido à precipitação ocorrida no mês, em torno de 125 mm (Figura 7). A semeadura do milho foi realizada, então, no dia 26 de setembro. Os valores para o teor de água no solo no momento da semeadura não apresentaram interação significativa para os tratamentos estudados, podendo-se relacionar a não realização de preparos do solo para formação de cobertura vegetal. Os teores médios para a camada de 0-10 e 10-20 cm foram, respectivamente, 164,7 e 204,2 g.kg⁻¹.

A cobertura vegetal após semeadura do milho foi quantificada pela quantidade de matéria seca dos resíduos vegetais na superfície do solo (Quadro 23) compostos por triticale e vegetação espontânea dessecados. Observa-se que os valores encontram-se bem próximos aos obtidos após semeadura do triticale (Quadro 21), pois apesar da formação de cobertura pela matéria seca da vegetação espontânea e triticale dessecados antes da semeadura do milho, ocorreu redução da cobertura pela operação de semeadura, comprovada também no primeiro ano experimental após semeadura do milho e após semeadura do triticale.

O Quadro 23 mostra que não foram verificadas diferenças significativas entre os sistemas de manejo do solo e os sulcadores, com exceção no sulcador disco duplo dentro dos sistemas de manejo, onde o plantio direto (PDH30 e PDH10) apresentou as maiores quantidades comparadas com preparo convencional e escarificado seguido de grade (PC e EG). Boller (1996) não realizou preparos do solo para a implantação das culturas de cobertura (nabo forrageiro, aveia preta e centeio), e a quantidade média de matéria seca total, verificada na época do preparo para a cultura de verão, foi de 3960 kg.ha⁻¹, resultado semelhante ao obtido neste trabalho. Diferentes resultados foram encontrados por Levien (1999), que após realizar os preparos de solo convencional e escarificado para a semeadura da aveia preta, encontrou 4399 kg.ha⁻¹ a mais de matéria seca no plantio direto comparado com convencional.

Quadro 23 Quantidade de matéria seca (kg.ha⁻¹) de resíduos vegetais na superfície do solo após semeadura do milho em 26/09/00

Manejos	Matéria seca (kg.ha ⁻¹)		
	Disco duplo	Haste	Média
PC	2690 b A	2172 a A	2431
EG	2734 b A	2299 a A	2516
E	3923 ab A	3659 a A	3791
PDH30	5514 a A	4328 a A	4921
PDH10	6015 a A	4310 a B	5162
PDH	5387 ab A	4267 a A	4827
Média	4377	3506	3941

CV(a)=44,16% CV(b)=63,095 CV(c)=40,65% DMS manejo=2750,34 DMS sulcador=1605,24

Apesar das boas expectativas para o desenvolvimento da cultura do milho, ocorreu novamente um período de deficiência hídrica (Figura 4), que foi determinante para a causa de sérios problemas à germinação das sementes em todos os tratamentos, como

ocorrido no primeiro ano experimental, pois após semeadura não ocorreram precipitações suficientes (Figura 7), desencadeando um veranico até início de novembro.

A não germinação do milheto provocou inesperada alteração no projeto, pois como a cobertura vegetal foi dessecada antes de sua semeadura (resíduos vegetais do tritcale e da vegetação espontânea), não foi possível variar as épocas de dessecação de cobertura, em 30 e 10 dias antes e após semeadura da soja, nos tratamentos com plantio direto, como realizado no primeiro ano. O manejo da cobertura vegetal, então, ficou totalmente comprometido, mas decidiu-se que as análises seguintes, seriam realizadas como no primeiro ano, pois os tratamentos realizados com variação na época de dessecação, poderiam surtir algum efeito residual a ser detectado no segundo ano experimental.

O fato ocorrido, mostra o grau de dificuldade em se formar cobertura em regiões com grandes períodos de deficiência hídrica no inverno seguido também de veranicos na primavera/verão, características principais das regiões do estado de São Paulo segundo Felicio et al. (1999), e que ocorreu neste experimento. Isto não se verificou em trabalhos de Bertoni & Lombardi Neto (1990), Derpsch et al. (1991), Almeida (1991), Fontaneli et al. (1996), Calegari (1998), Santos et al. (1999), Alvarenga (2001), principalmente devido à distribuição de chuvas mais favorável durante o ano.

6.2.3 Preparo do solo

As operações de preparo do solo para a implantação da soja, escarificação, gradagem pesada e primeira gradagem niveladora para o tratamento de preparo convencional, foram realizadas no final do mês de outubro, com teor médio de água no solo de 176,5 e 166,6 g.kg⁻¹ para as camadas de 0-10 e de 10-20 cm, respectivamente. Constatou-se que o solo encontrava-se com teores baixos de água, devido ao veranico (período com deficiência hídrica no mês de outubro) representado pela Figura 4.

6.2.3.1 Cobertura vegetal do solo após preparo e antes da semeadura da soja

A cobertura vegetal avaliada após os preparos do solo (PC, EG, E) e manejos da cobertura (PDH30, PDH10), e antes da semeadura da soja, encontram-se no Quadro 24, onde pode-se verificar as quantidades de matéria seca total dos resíduos vegetais

presentes na superfície do solo em todos os tratamentos. Verifica-se que os preparos convencional e escarificado seguido de grade, apresentaram estatisticamente menores quantidades de matéria seca do que o plantio direto, o que era de se esperar devido a maior movimentação do solo, estando de acordo com os autores Pontes (1999); Grego (1999); Marques (1999) e Coelho (2000) que utilizaram vegetação espontânea após pousio de inverno, como fornecedora de cobertura vegetal. Percebe-se que no escarificado houve quantidades intermediárias e se igualou ao preparo convencional, discordando de Boller (1996) que encontrou significativamente maior porcentagem de cobertura no escarificado comparado com convencional, entretanto, segundo o autor o solo estava com teor médio de água maior ($267,2 \text{ g.kg}^{-1}$) no momento da operação de escarificação, o que pode ter levantado menos torrões, com menor recobrimento da cobertura vegetal presente na superfície do solo.

Quanto aos sulcadores observa-se no Quadro 24 que na média não houve diferença significativa para matéria seca entre disco e haste, mas houve diferenças significativas verificadas no plantio direto (PDH30 e PDH), onde para o disco duplo, ocorreram maiores quantidades do que na haste, e este resultado tem semelhante comportamento dos ocorridos desde a semeadura anterior da soja até a presente avaliação. Em termos de manutenção da cobertura, isto pode viabilizar o uso do disco em relação a haste.

Quadro 24 Matéria seca (kg.ha^{-1}) total dos resíduos vegetais na superfície, após preparos do solo em 22/11/00

Manejos	Matéria seca (kg.ha^{-1}) total		
	Disco duplo	Haste	Média
PC	1020 b A	862 b A	941
EG	901 b A	867 b A	884
E	1822 b A	1520 bA	1671
PDH30	6019 a A	4384 a B	5202
PDH10	5246 a A	4714 a A	4980
PDH	5525 a A	3800 a B	4663
Média	3422	2691	3057

CV(a)=49,18% CV(b)=55,72% CV(c)=48,87% DMS manejo=2304,8 DMS sulcador=1627,17

6.2.4 Avaliações realizadas no dia da semeadura da soja

6.2.4.1 Teor de água do solo no dia da semeadura

O teor de água no dia da semeadura não apresentou diferenças entre os sistemas de manejo (Quadro 25). Observa-se que os teores encontram-se maiores do que no

momento do preparo do solo (176,5 e 166,6 g.kg⁻¹), isto porque a semeadura foi realizada após o término do período de veranico (Figura 7), quando ocorreram as primeiras chuvas.

Quadro 25 Teor de água (g.kg⁻¹) no solo, nas camadas de 0-10 e 10-20 cm, no momento da semeadura da soja, nos manejos do solo em 23/11/00

Manejos	Teor de água (g.kg ⁻¹) no solo	
	0-10 cm	10-20 cm
PC	293,0	298,9
EG	298,5	297,9
E	283,3	301,7
PDH30	289,5	286,9
PDH10	346,7	295,4
PDH	302,7	301,5
Média	302,3	297,0
	CV=12,84% DMS=74,07	CV=7,15% DMS=34,60

Comparando a época de semeadura da soja no primeiro ano (17 de dezembro de 1999) e segundo ano (23 de novembro de 2000), verifica-se que em 2000 as condições climáticas permitiram a antecipação da semeadura em 24 dias, pois apesar de ocorrer períodos de deficiência hídrica como em 1999, estes foram menores.

6.2.4.2 Cobertura vegetal logo após semeadura

Após a operação de semeadura da soja foram avaliadas a quantidade de matéria seca e a porcentagem de cobertura na superfície, apresentadas no Quadro 26. Verificou-se diferenças entre os sistemas de manejo do solo e de semeadura, tanto para matéria seca, quanto para porcentagem de cobertura. Observa-se que o preparo convencional e o escarificado seguido de grade sempre apresentaram, na média, os menores valores comparado com o plantio direto, resultados semelhantes aos obtidos antes da semeadura (Quadro 25), decorrentes das diferentes movimentações no solo já citadas. O escarificado obteve quantidades intermediárias com 44,3% de cobertura, o suficiente para ser considerado preparo do solo conservacionista (Boller, 1996; Siqueira, 1999; Levien, 1999; Furlani, 2000), apesar de resultar em baixa quantidade de matéria seca (1365 kg.ha⁻¹), o que pode indicar boa uniformidade de distribuição dos resíduos na superfície. Devido a não variação na época de dessecação, os tratamentos com plantio direto (PDH30, PDH10 e PDH) não diferiram entre si,

resultando em iguais quantidades e porcentagens de cobertura vegetal, resultados diferentes dos obtidos no primeiro ano experimental, indicando que não houve efeito residual das épocas de dessecação para estas variáveis.

Quadro 26 Matéria seca (kg.ha^{-1}) total dos resíduos vegetais e porcentagem (%) de cobertura na superfície do solo, após semeadura da soja, em 23/11/00

Manejos	Matéria seca total (kg ha^{-1})			Porcentagem de cobertura (%)		
	Disco duplo	Haste	Média	Disco duplo	Haste	Média
PC	691 c A	751 bc A	721	9,5 c A	7,0 c A	8,3
EG	849c A	606 c A	728	13,7 c A	10,8 c A	12,3
E	1565 bc A	1164 abc A	1365	48,5 b A	40,0 b A	44,3
PDH30	4008 a A	2373 ab B	3191	70,8 a A	57,3 a B	64,0
PDH10	3235 ab A	2703 a A	2969	64,0 a A	57,5 a A	60,8
PDH	3764 a A	1684 ab B	2724	62,8 a A	52,2 ab A	57,4
Média	2352	1547	1950	44,9	37,4	41,1

CV(a)=44,00% CV(b)=3,11% CV(c)=23,53%
DMS manejo=1720 DMS sulcador=620,8

CV% DMS ver Apêndice(dados transformados)

Quanto aos sulcadores, observou-se que no PDH30 houve significativamente maiores quantidades de matéria seca e porcentagem de cobertura no disco do que na haste. Estes resultados também foram encontrados no primeiro ano experimental, por Araújo et al. (1999c), Casão Junior et al. (2000c), Casão Junior et al. (2000b). O resultado está associado à maior mobilização após haste, com maior redução da cobertura vegetal na superfície do que após disco. O uso da haste no plantio direto também favoreceu a ocorrência de embuchamentos de palha durante a operação de semeadura, principalmente pelo teor de água elevado. Após informações coletadas de produtores, Araújo et al. (2001) chegaram a conclusão de que em espaçamentos iguais e menores de 50 cm, a possibilidade de embuchamento aumenta quando se usa sulcadores tipo haste. Contudo, Casão Junior et al. (2000a) verificaram que independente do tipo de sulcador, problemas freqüentes de embuchamento foram observados com solo na condição próxima à consistência plástica, o que não ocorreu na condição friável.

No presente caso pode-se apontar que tanto o tipo do sulcador (haste), quanto o alto teor de água do solo no momento da semeadura, favoreceram a ocorrência de embuchamento. Tais resultados discordam de Silva et al. (2001), que apesar de obterem em plantio direto, maior área mobilizada pela haste em relação ao disco, não observaram

diferenças na porcentagem de cobertura do solo após semeadura do milho, porém o solo encontrava-se com teor de água diferente do obtido neste trabalho. Conclui-se que o teor de água é um fator importante nos efeitos produzidos pelos sulcadores, concordando com Portella et al. (1997).

6.2.4.3 Perfil do sulco de semeadura

O perfil do sulco de semeadura, no segundo ano experimental, foi avaliado pela profundidade e área mobilizada, apresentadas no Quadro 27. Não foram detectadas diferenças entre os manejos do solo, indicando uniformidade de semeadura entre eles, através dos ajustes durante a operação, reduzindo a pressão da semeadora nas áreas mais mobilizadas, concordando com Levien (1999), porém, diferindo do resultado obtido no primeiro ano, apesar de terem sido feitos os mesmos ajustes.

Quadro 27 Profundidade e área do sulco de semeadura mobilizado pelos mecanismos sulcadores, após semeadura da soja, em 23/11/00

Manejos	Camada do sulco (cm)			Área do sulco (cm ²)		
	Disco duplo	Haste	Média	Disco duplo	Haste	Média
PC	9,35 a A	12,62 a B	10,99	136,50 a A	215,92 a B	176,21
EG	9,33 a A	12,83 a B	11,08	134,79 a A	201,44 a B	168,12
E	9,82 a A	14,45 a B	12,14	135,07 a A	225,48 a B	180,28
PDH30	7,84 a A	13,03 a B	10,43	120,42 a A	204,79 a B	162,61
PDH10	8,27 a A	12,64 a B	10,45	119,51 a A	198,57 a B	159,05
PDH	8,48 a A	14,35 a B	11,42	118,61 a A	200,13 a B	159,38
Média	8,85	13,32	11,09	127,49	207,73	167,61
CV(a)=11,49% CV(b)=25,88% CV(c)=10,52%				CV(a)=13,38% CV(b)=25,07% CV(c)=14,80%		
DMS manejo=2,63 DMS sulcador=2,54				DMS manejo=50,86 DMS sulcador=43,02		

Verifica-se, no Quadro 27, que houve diferença significativa entre os sulcadores, onde em todos os preparos, a haste resultou em maiores profundidades e área do sulco de semeadura do que o disco duplo, o que reforça e explica o resultado de cobertura vegetal (Quadro 26) para os sulcadores. Os valores de profundidade de semeadura atingidos pela haste e disco, segundo Coelho (1998), podem chegar a 15 e 7 cm, respectivamente, portanto, valores próximos aos obtidos neste trabalho. Schlosser et al. (1999) explicam que o sulcador tipo haste, se movimenta deslizando, recebendo maior resistência do solo,

promovendo maior distúrbio na linha de semeadura, e sofrendo menos efeito dos resíduos para aprofundar no solo, operando em maior profundidade. Por outro lado, o disco abre o sulco rompendo o solo por compressão, se desloca rolando sobre o solo, estando mais sujeito à interferência dos resíduos na abertura do sulco, que pode dificultar seu aprofundamento.

A área do sulco, portanto, está diretamente relacionada com a profundidade do sulco (Quadro 27), sendo que os valores obtidos neste trabalho foram maiores do que os 77,5 e 88,87 cm² obtidos por Araújo et al. (1999a), porém, os autores não comentam sobre o teor de água do solo no momento da semeadura, fato importante que influencia na abertura do sulco. Resultados semelhantes foram obtidos por Coelho (1998) e Righes et al. (1990), que consideraram melhor desempenho do sulcador disco, na função de semeadura em sistema conservacionista. Casão Junior et al. (1998) recomendaram o uso da haste, que apresentou poucas variações na profundidade do sulco, mas alertam para que o projeto do mesmo deva ser otimizado, no sentido de reduzir a área mobilizada.

6.2.5 Avaliações após semeadura da soja

6.2.5.1 Profundidade de semeadura

A profundidade de semeadura, apresentada no Quadro 28, não diferiu significativamente entre os sistemas de manejo do solo, o que era de se esperar, pois também não ocorreram diferenças na profundidade e área do sulco de semeadura entre eles (Quadro 27).

Quadro 28 Profundidade de semeadura da soja (cm) em 28/11/00.

Preparos do solo	Profundidade de semeadura (cm)		
	Disco duplo	Haste	Média
PC	5,8 a A	6,0 a A	5,9
EG	4,5 a A	6,3 a A	5,4
E	6,0 a A	6,3 a A	6,1
PDH30	4,5 a A	7,0 a B	5,8
PHH10	4,8 a A	6,8 a A	5,8
PDH	4,8 a A	6,5 a A	5,6
Média	5,1	6,5	5,8
CV(a)=25,27% CV(b)=44,99% CV(c)=20,04% DMS manejo=2,83 DMS sulcador=2,35			

As diferenças observadas entre os sulcadores, para profundidade de semeadura não estão de acordo com as observadas para a profundidade e área do sulco, observando diferença detectada apenas no tratamento PDH30. Já no primeiro ano experimental houve diferenças entre haste e disco para todos os sistemas de preparo do solo (Quadro 9). Os sulcadores, portanto, interferiram na profundidade e área do sulco, mas não na profundidade de semeadura da soja neste segundo ano experimental.

6.2.5.2 Índice de Velocidade de Emergência (IVE) e população inicial de plantas de soja

De acordo com o Quadro 29 nota-se que não ocorreram diferenças entre os tratamentos estudados (manejo do solo e sulcadores), indicando uniformidade na emergência e população inicial de plantas de soja em todos os tratamentos.

Quadro 29 Índice de velocidade de emergência (IVE) da soja e população inicial de plantas por metro, em 28/11/00 a 13/12/00

Manejos	IVE			População inicial por metro		
	Disco duplo	Haste	Média	Disco duplo	Haste	Média
PC	12,1	10,2	10,1	16,8	16,0	16,4
EG	12,1	10,5	11,3	17,0	15,2	16,1
E	12,5	12,0	12,4	16,8	17,2	17,0
PDH30	14,2	13,0	13,6	16,2	17,0	16,6
PDH10	13,3	13,0	13,1	16,8	17,0	16,9
PDH	12,3	11,7	12,0	15,5	15,8	15,6
Média	12,7	11,8	12,2	16,5	16,4	16,4

CV(a)=13,79% CV(b)=29,05% CV(c)=13,19% CV% DMS ver Apêndice (dados transformados)
DMS manejo=3,69 DMS sulcador=3,34

Este resultado (Quadro 29) evidencia a viabilidade da semeadura da soja, independente do tipo de sulcador, disco ou haste, considerando as boas condições de água ocorridas após semeadura, pois cerca de 150 mm de precipitação ocorreram até a última contagem para IVE e população inicial, o que pode ter contribuído para anular possíveis diferenças entre os tratamentos. Boller et al (1993) também verificaram que as precipitações ocorridas após semeadura da soja anularam os efeitos dos tratamentos estudados, para IVE e população inicial. Resultados discordantes foram obtidos por Portella et al. (1997) e Boller

(1996), que tiveram deficiência hídrica durante e após semeadura, permitindo que alguns tratamentos manifestassem o seu potencial nas condições de baixa disponibilidade de água no solo.

6.2.6 Avaliações durante o desenvolvimento da soja

6.2.6.1 Plantas daninhas

A avaliação de plantas daninhas foi realizada para fins de verificação do efeito residual das épocas de dessecação no plantio direto, realizadas no primeiro ano experimental, e também para observar se os sistemas de manejo do solo e sulcadores influenciaram na infestação de plantas daninhas, antes de serem submetidas ao controle pós-emergente da soja.

No momento da avaliação, as espécies predominantes, em ordem decrescente, foram: cordão de frade (*Leonotis nepetaefolia* (L.) b. Br.), amendoim bravo (*Ephorbia heterophylla* L.), guanxuma (*Sida rhombifolia* L.) e trapoeraba (*Commelina benghalensis* L.). No Quadro 30 verifica-se que não ocorreram diferenças estatísticas entre os tratamentos estudados, indicando que tanto os sistemas de manejo do solo quanto os mecanismos sulcadores resultaram na mesma densidade populacional de plantas daninhas aos 26 dias após semeadura da soja. Resultados semelhantes foram encontrados no primeiro ano experimental, porém, discordam de Boller (1996), que encontrou aos 20 dias após semeadura do feijão, menores níveis de infestação no preparo convencional e maiores no escarificado, alegando que no convencional, devido à movimentação, as sementes de plantas daninhas permaneceram em maior profundidade, dificultado a germinação. Já Silva (2000a) verificou que quanto maior o grau de mobilização do solo, diminuiu a quantidade de resíduos presentes na superfície do solo, criando-se melhores condições de desenvolvimento de plantas daninhas. Schlosser et al. (1999) encontraram diferenças entre sulcadores, onde o sulcador tipo cinzel produziu um sulco de semeadura mais largo facilitando maior infestação do que no disco. Diferentes fatores, como a disponibilidade hídrica ocorrida após semeadura até a época de amostragem, podem ter influenciado nestes diferentes resultados.

Quanto ao plantio direto, verifica-se que não ocorreu efeito residual na infestação de plantas daninhas, após as diferentes épocas de dessecação, pois já no primeiro ano as diferenças não foram detectadas.

Quadro 30 Número de plantas daninhas por 2500 cm ² , 26 dias após a semeadura em 19/12/00			
Manejos	Número de plantas daninhas por 2500 cm ²		
	Disco duplo	Haste	Média
PC	8,2	7,3	7,8
EG	19,0	15,3	17,1
E	8,0	10,3	9,1
PDH30	13,2	11,5	12,3
PDH10	10,7	14,8	12,8
PDH	8,0	9,8	8,9
Média	11,2	11,4	11,3

CV% DMS ver Apêndice (dados transformados)

6.2.6.2 Matéria seca da parte aérea e análise nutricional da soja

O Quadro 31 mostra as quantidades de matéria seca da parte aérea de 10 plantas de soja e as quantidades de macronutrientes expressados em quantidades extraídas pelas plantas. Os valores apresentados são as médias dos resultados de acordo com os sistemas de manejo do solo, pois não ocorreu nenhuma interação significativa para nenhuma variável em relação aos sulcadores disco e haste. No primeiro ano experimental também não houve diferenças em relação aos sulcadores, indicando e reforçando que o uso da haste ou do disco não influencia na produção de matéria seca e nem na extração de nutrientes da parte aérea das plantas.

A quantidade de matéria seca produzida não diferiu significativamente entre os tratamentos estudados, entretanto, os sistemas de manejo do solo resultaram em diferentes extrações de nitrogênio, cálcio e enxofre, pela parte aérea das plantas (Quadro 31). Observa-se que os valores vão decrescendo dos preparos de maior mobilização (preparo convencional e escarificado com grade) para os sistemas de manejo de menor mobilização do solo (plantio direto e escarificado). As diferenças foram detectadas entre preparo convencional e escarificado, onde o preparo convencional apresentou significativamente maiores quantidades do que o escarificado. Este resultado foi semelhante ao ocorrido no primeiro ano

experimental, pois como foi explicado, preparos que resultam na redução de cobertura vegetal na superfície, disponibilizam os nutrientes (decorrentes da decomposição dos resíduos enterrados pelos equipamentos de preparo) que serão absorvidos em maior quantidade pela planta, concordando com resultados de Silva (1998). O escarificado, no primeiro ano e de acordo com Veiga et al. (1994), resultou em quantidades intermediárias de cobertura entre preparo convencional e plantio direto, pois as quantidades de cobertura decorrentes da escarificação também foram intermediárias.

Quadro 31 Média da matéria seca (MS (g)) da parte aérea de 10 plantas de soja e quantidades (g) de macronutrientes por matéria seca (kg) de 10 plantas, em 22/01/01.

Manejos	MS (g)	Macronutrientes (g.kg ⁻¹)					
		N	P	K	Ca	Mg	S
PC	101,25 a	2,68 a	0,22 a	2,01 a	1,12 a	0,50 a	0,20 a
EG	90,00 a	2,48 ab	0,20 a	2,18 a	0,98 ab	0,49 a	0,18 ab
E	81,25 a	1,97 b	0,18 a	1,69 a	0,85 b	0,39 a	0,16 ab
PDH30	81,25 a	2,13 ab	0,17 a	1,65 a	0,88 ab	0,41 a	0,15 b
PDH10	88,75 a	2,35 ab	0,17 a	1,80 a	0,98 ab	0,48 a	0,17 ab
PDH	86,25 a	2,41 ab	0,17 a	1,67 a	0,87 ab	0,42 a	0,16 ab
Média	88,00	2,34	0,18	1,83	0,94	0,45	0,17
CV%	13,74	16,31	14,59	30,14	16,78	13,11	15,99
DMS	21,80	0,58	0,052	0,99	0,27	0,13	0,043

Os tratamentos de plantio direto apresentaram reduzida quantidade de cobertura vegetal pela dificuldade de formação ocorrida, apresentando-se estatisticamente iguais (PDH30, PDH10 e PDH) e também em relação aos preparos convencional e escarificado (Quadro 31). A média de matéria seca de resíduos vegetais após semeadura da soja no primeiro ano foi de 5791 kg.ha⁻¹ e no segundo foi de 2961 kg.ha⁻¹. Não ocorreram efeitos residuais das épocas de dessecação da cobertura para produção de matéria seca de plantas e extração de nutrientes. Isto pode ter ocorrido por não apresentar diferenças na quantidade de cobertura vegetal após semeadura da soja entre os tratamentos de plantio direto (Quadro 26).

6.2.6.3 Sistema radicular da soja

Os resultados referentes à matéria seca do sistema radicular da soja estão apresentados nos Quadros 32 e 33.

Quadro 32 Matéria seca (g) de raízes da soja no florescimento, nas camadas de 0-10, 10-20, 20-30, 30-40 cm (linha e entrelinha de semeadura) em 22/01/01

Manejos	Matéria seca (g) de raízes da soja					
	Disco duplo	Haste	Média	Disco duplo	Haste	Média
	0-10 cm			10-20 cm		
PC	3,531 a A	2,324 a A	2,930	0,920	0,842	0,881
EG	2,722 a A	3,404 a A	3,064	0,594	0,571	0,583
E	2,742 a A	3,621 a A	3,182	0,833	0,782	0,808
PDH30	2,496 a A	3,515 a A	3,006	0,407	0,616	0,511
PDH10	2,715 a A	4,602 a B	3,659	0,654	0,677	0,665
PDH	2,866 a A	3,165 a A	3,016	0,515	0,520	0,518
Média	2,845	3,439	3,142	0,654	0,668	0,661
CV(a)=30,14% CV(b)=21,64% CV(c)=24,79% DMS manejo=2,877 DMS sulcador=1,234				CV(a)=30,65% CV(b)=17,46% CV(c)=41,99% DMS manejo=0,525 DMS sulcador=0,386		
Manejos	Disco duplo	Haste	Média	Disco duplo	Haste	Média
	20-30 cm			30-40 cm		
PC	0,286	0,420	0,353	0,128	0,320	0,224
EG	0,176	0,204	0,189	0,116	0,102	0,109
E	0,342	0,359	0,350	0,189	0,147	0,168
PDH30	0,169	0,274	0,222	0,122	0,193	0,157
PDH10	0,226	0,288	0,257	0,161	0,147	0,154
PDH	0,294	0,279	0,287	0,160	0,216	0,188
Média	0,249	0,304	0,277	0,146	0,188	0,167
CV(a)=46,60% CV(b)=17,87% CV(c)=37,18% DMS manejo=0,250 DMS sulcador=0,144				CV(a)=60,97% CV(b)=48,51% CV(c)=52,59% DMS manejo=0,205 DMS sulcador=0,203		

De acordo com os Quadros 32 e 33, não foram verificadas diferenças significativas entre os sistemas de manejo do solo, para as camadas avaliadas, nem mesmo para a média de todo perfil (média de 0-40 cm). Os sistemas de manejo do solo não influenciaram o desenvolvimento radicular, e um dos fatores que condicionou este resultado, pode estar relacionado às condições físicas do solo até o momento da avaliação, como a resistência do solo à penetração, que por sua vez depende do teor de água do solo. Este resultado difere do encontrado no primeiro ano experimental, onde o plantio direto apresentou menores quantidades de matéria seca de raízes e maiores valores de resistência à penetração do solo, comparado com o preparo convencional. A maioria dos trabalhos encontrados com este objetivo de estudo, indica redução no crescimento do sistema radicular à medida que se aumenta o grau de compactação do solo (Benez et al, 1979; Gamero, 1985; Rosolem et al., 1994; Ess et al., 1998; Moraes, 1988; Silva, 1998; Foloni, 1999; Duruoha, 1999; Queiroz-Voltran et al., 2000).

Quadro 33 Total de matéria seca (g) de raízes da soja no florescimento, na linha, entrelinha e total, na camada de 0-40 cm, em 22/01/01.

Total de matéria seca (g) de raízes da soja						
Manejos	Disco duplo	Haste	Média	Disco duplo	Haste	Média
0-40 cm linha			0-40 cm entrelinha			
PC	3,658 a A	2,488 a A	3,073	1,206	1,419	1,313
EG	2,436 a A	2,966 a A	2,701	1,172	1,315	1,244
E	2,363 a A	3,380 a A	2,872	1,743	1,530	1,637
PDH30	1,940 a A	3,093 a A	2,516	1,255	1,505	1,380
PDH10	2,180 a A	3,913 a B	3,046	1,577	1,801	1,689
PDH	2,483 a A	2,802 a A	2,643	1,353	1,379	1,366
Média	2,51	3,107	2,809	1,384	1,492	1,438
CV(a)=31,19% CV(b)=28,99% CV(c)=27,87% DMS manejo=1,790 DMS sulcador=1,105				CV(a)=20,52% CV(b)=6,13% CV(c)=13,70% DMS manejo=0,584 DMS sulcador=0,275		
Manejos	Disco duplo	Haste	Média			
0-40 cm, total (linha e entrelinha)						
PC	4,865 a A		3,907 a A		4,386	
EG	3,608 a A		4,281 a A		3,944	
E	4,107 a A		4,911 a A		4,509	
PDH30	3,194 a A		4,598 a B		3,896	
PDH10	3,756 a A		5,714 a B		4,735	
PDH	3,836 a A		4,181 a A		4,008	
Média	3,894		4,599		4,246	
CV(a)=23,89% CV(b)=19,82% CV(c)=20,25% DMS manejo=2,030 DMS sulcador=1,270						

No Quadro 33 verifica-se que utilizando o sulcador haste no plantio direto (PDH30 e PDH10) foram obtidas, significativamente, maiores quantidades de matéria seca de raízes do que com o disco duplo e esta diferença deve-se às encontradas no Quadro 32, na camada de 0-10 cm no plantio direto. Isto pode ser explicado, como para o primeiro ano experimental, pelo próprio mecanismo de atuação dos sulcadores no solo sob plantio direto, interferindo nas propriedades físicas do solo no sulco de semeadura, onde a haste provoca maior distúrbio na linha após sua passagem, eliminando a compactação em profundidade e também na horizontal (parede do sulco), oferecendo melhores condições de desenvolvimento do sistema radicular do que o disco duplo. O argumento está de acordo com Klein & Boller (1995), Casão Junior et al. (1998), Mello & Takahashi (2000), Casão Junior et al. (2000c) e Mello et al (2001).

Considerando os resultados do Quadro 33, e os argumentos que podem justificá-los, a melhor combinação foi o plantio direto com dessecação aos 10 dias antes da semeadura utilizando a haste, apesar de não ocorrer efeito residual das épocas de dessecação.

Nas Figuras 26 a 31 verifica-se que o sistema radicular concentrou nos primeiros 10 cm e na linha de semeadura, indicando segundo Câmara (1998), condições normais de desenvolvimento.

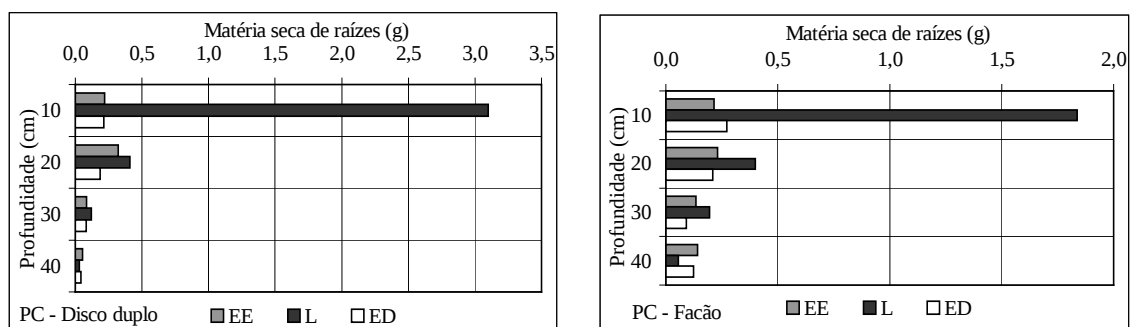


Figura 26 Matéria seca (g) de raízes de soja, na camada de 0-40 cm, nas entrelinhas esquerda (EE) e direita (ED) e na linha (L), no tratamento PC com disco duplo e haste.

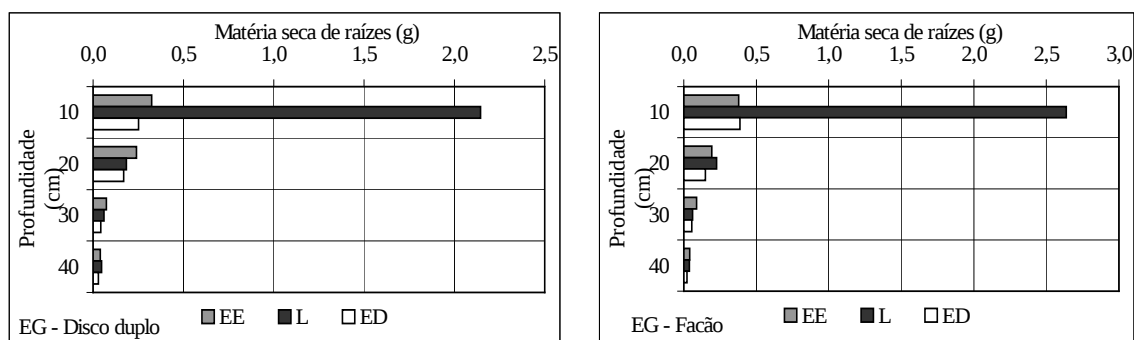


Figura 27 Matéria seca (g) de raízes de soja, na camada de 0-40 cm, nas entrelinhas esquerda (EE) e direita (ED) e na linha (L), no tratamento EG com disco duplo e haste.

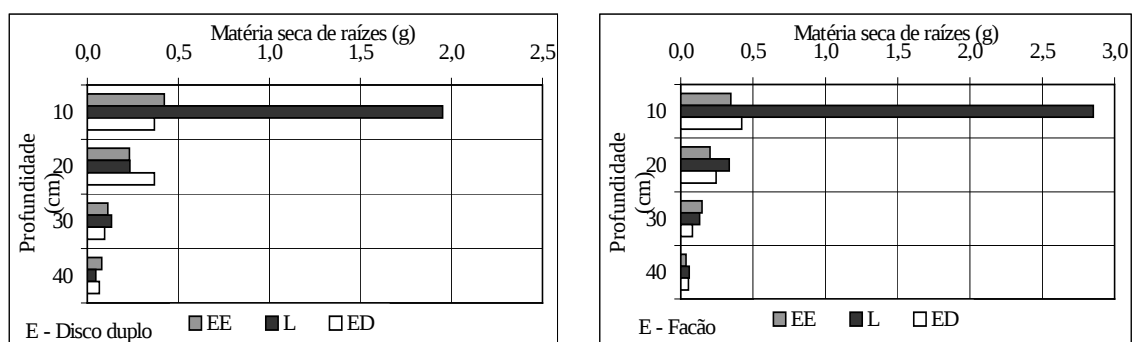


Figura 28 Matéria seca (g) de raízes de soja, na camada de 0-40 cm, nas entrelinhas esquerda (EE) e direita (ED) e na linha (L), no tratamento E com disco duplo e haste.

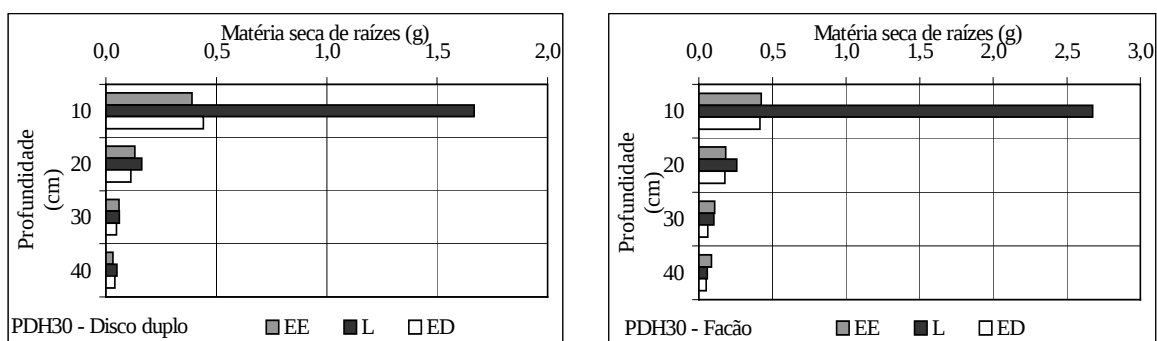


Figura 29 Matéria seca (g) de raízes de soja, na camada de 0-40 cm, nas entrelinhas esquerda (EE) e direita (ED) e na linha (L), no tratamento PDH30 com disco duplo e haste.

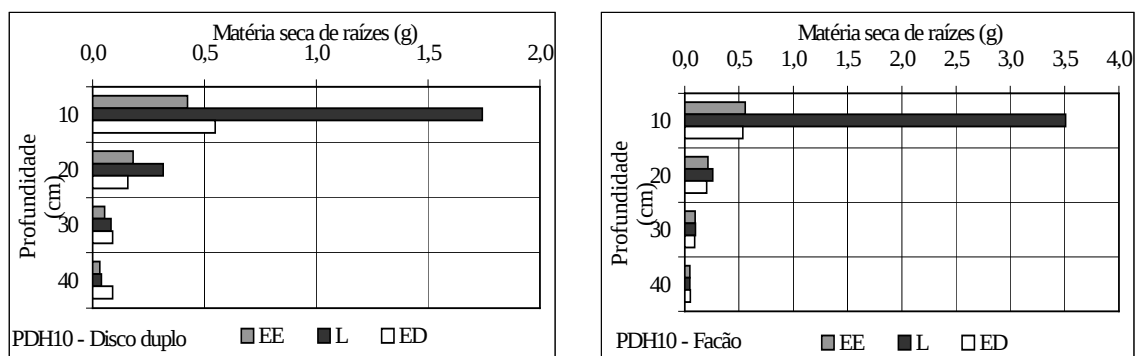


Figura 30 Matéria seca (g) de raízes de soja, na camada de 0-40 cm, nas entrelinhas esquerda (EE) e direita (ED) e na linha (L), no tratamento PDH10 com disco duplo e haste.

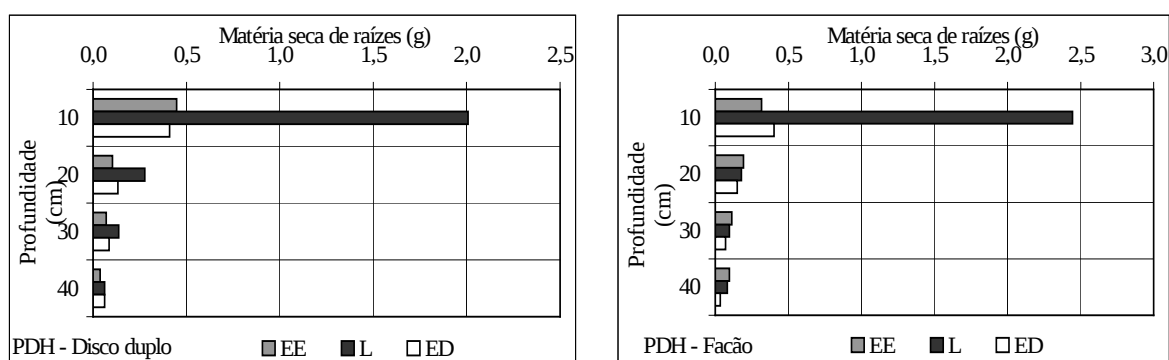


Figura 31 Matéria seca (g) de raízes de soja, na camada de 0-40 cm, nas entrelinhas esquerda (EE) e direita (ED) e na linha (L), no tratamento PDH com disco duplo e haste.

A uniformidade na densidade do solo nos tratamentos estudados, está de acordo com os resultados encontrados para a matéria seca de raízes, pois esta variável também não foi influenciada pelos sistemas de manejo do solo. Ball-Coelho et al. (1998) encontraram maiores densidades na camada de 0-15 cm do solo no plantio direto, o que desencadeou desenvolvimento radicular do milho mais superficial, comparado com o preparo convencional.

A resistência do solo à penetração foi avaliada com teores médios de água no solo de 300,8; 300,1; 310,1 g.kg⁻¹ nas camadas de 0-10, 10-20 e 20-30 cm, respectivamente, onde não foram encontradas diferenças nos teores de água de acordo com os tratamentos estudados. O solo estava com alto teor de água, pois a amostragem só foi possível após a ocorrência de chuvas. Tentou-se realizar a amostragem no solo seco, entretanto, foi desconsiderada, pois o equipamento (penetrógrafo) não suportou a resistência do solo e não atingiu as camadas desejadas. Klein (2001) enfatiza que em solo muito úmido, regiões compactas podem não ser detectadas.

No Quadro 35 verifica-se que não ocorreram diferenças significativas entre os mecanismos sulcadores na linha de semeadura, nem mesmo no plantio direto. Este resultado não está de acordo com as diferenças encontradas para matéria seca de raízes, indicando que a necessidade do atraso na avaliação da resistência à penetração, que foi realizada após colheita da soja, pode ter mascarado as diferenças entre disco e haste, devido à passagem da colhedora e às precipitações ocorridas antes da avaliação, uniformizando a superfície do solo, no que diz respeito à linha de semeadura. Resultados diferentes foram obtidos por Mello & Takahashi (2000) que encontraram significativamente menores resistências na linha de semeadura com a haste comparado com disco, e por Righes et al (1990) que encontraram menor resistência com sulcador tipo haste, comparado com disco duplo.

Quanto aos sistemas de manejo do solo (Quadro 35), ocorreram diferenças significativas na entrelinha de semeadura, onde o preparo escarificado com grade (EG) e semeadura com disco duplo apresentou menor resistência do solo à penetração do que o plantio direto (PDH10). Observa-se que os valores estão bem mais próximos (Figura 32) do que os encontrados no primeiro ano experimental (Figura 24). Não deve ser esquecido que no segundo ano houve grandes infestações de nabiça no inverno, que é uma planta

reconhecidamente descompactadora do solo, por explorar grandes áreas do solo pelos seus sistemas radiculares.

Quadro 35 Resistência do solo à penetração (kPa) na camada de 0-35 cm após colheita em 14/05/01

Manejos	Resistência do solo à penetração (kPa) na linha		
	Disco duplo	Haste	Média
PC	2655	2411	2533
EG	2292	2144	2218
E	2675	2121	2398
PDH30	2728	2425	2577
PDH10	2341	2486	2413
PDH	2978	2646	2812
Média	2612	2372	2492
CV (a)=29,53% CV (b)=15,55 CV (c)=19,48 DMS manejo=1353,75 DMS sulcador=699,60			
Manejos	Resistência do solo à penetração (kPa) na entrelinha		
	Disco duplo	Haste	Média
PC	2940 ab	2723 a	2832
EG	2189 b	2548 a	2368
E	2528 ab	2786 a	2657
PDH30	3056 ab	3323 a	3189
PDH10	3604 a	2953 a	3228
PDH	3222 ab	3573 a	3397
Média	2906	2985	2945
CV (a)=20,94% CV (b)=17,81 CV (c)=18,58 DMS manejo=1254,75 DMS sulcador=807,11			

A maior resistência do solo à penetração em sistemas de manejo como o plantio direto, pode ser explicada pela compactação na camada superficial do solo, propiciada pelo tráfego de máquinas e rodados, ao passo que em solos mobilizados superficialmente, a compactação é verificada geralmente em camadas mais profundas, devido à atuação sempre na mesma camada dos órgãos ativos dos equipamentos. Este resultado está de acordo com o encontrado por Ralisch et al. (1983), Araújo et al. (2001) e Klein & Boller (1995).

Os resultados do Quadro 35, não estão coerentes com os obtidos para matéria seca de raízes (Quadro 33), onde não houve influência dos sistemas de manejo do solo na produção de matéria seca de raiz. Este resultado pode ser explicado pelas diferenças ocorridas na estrutura física do solo entre o período de avaliação do sistema radicular até o momento de avaliação da resistência à penetração do solo. Se as avaliações fossem realizadas num mesmo momento, os resultados poderiam estar melhor relacionados, como ocorreu entre

os resultados de densidade do solo e matéria seca de raízes. Conforme resultados obtidos por Benez et al. (1979), Ralisch et al (1983), Gamero (1985) e Duruoha (2000) e pode-se inferir que quanto maior a resistência à penetração do solo, menor a quantidade de matéria seca de raiz.

A dificuldade encontrada para a utilização do penetrógrafo para medir a resistência em solo seco, pode indicar que seu emprego não foi favorável, e que para estas condições outra metodologia deve ser sugerida. Segundo Tavares Filho et al. (1999) a avaliação da resistência à penetração com penetrômetro e com perfil cultural, mostraram resultados coerentes e complementares, porém, o perfil cultural permitiu diagnóstico qualitativo seguro do estado físico estrutural do solo a campo.

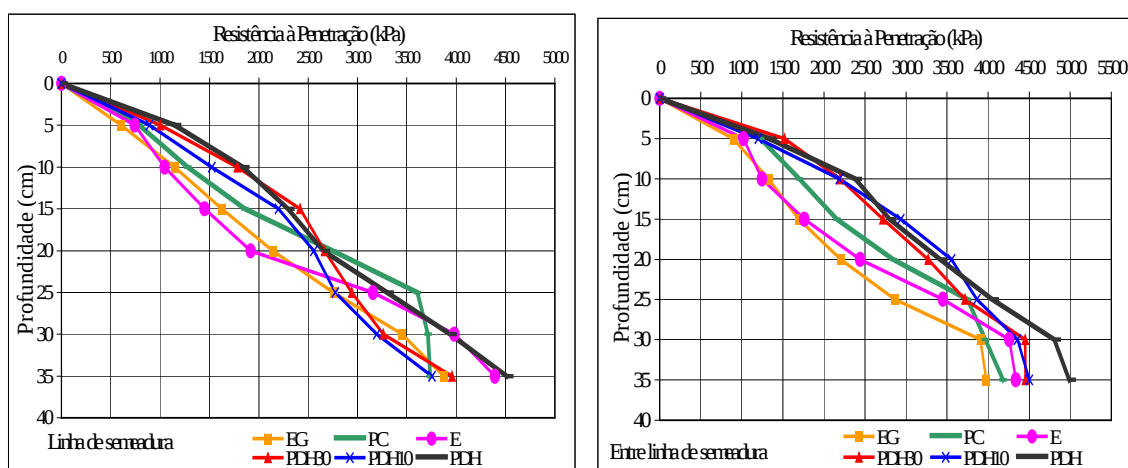


Figura 32 Resistência à penetração (kPa) na camada de 0-35 cm, na linha e entrelinha de semeadura das soja, de acordo com os manejos do solo estudados.

6.2.7 Avaliações referentes à colheita da soja

6.2.7.1 Componentes de produção e produtividade de soja

Os componentes de produção e a produtividade da soja estão apresentados nos Quadros 36 e 37. Todos os valores são maiores do que os encontrados no primeiro ano, podendo indicar que a antecipação da semeadura em 24 dias provavelmente

beneficiou o desenvolvimento e produtividade das plantas, pois as duas variedades utilizadas apresentaram ciclo precoce, apesar de serem variedades diferentes (Coodetec 201 e FT 2000) e das diferenças nas condições climáticas entre os anos.

Quadro 36 População final de plantas por metro, altura de plantas (cm), altura de inserção da primeira vagem (cm) e número de vagens por planta, em 17/04/01.

Manejos	População final (plantas.metro ⁻¹)			Altura de plantas (cm)		
	Disco duplo	Haste	Média	Disco duplo	Haste	Média
PC	15,3	15,2	15,3	99,9	96,7	98,3
EG	15,8	15,0	15,4	102,8	99,2	100,9
E	15,5	16,8	16,1	97,4	95,6	96,5
PDH30	15,5	15,8	15,6	95,2	92,9	94,0
PDH10	16,0	16,0	16,0	101,4	94,6	98,0
PDH	15,2	15,2	15,3	100,1	95,4	97,8
Média	15,5	15,7	15,6	99,5	95,7	97,6
CV% e DMS ver Apêndice (dados transformados)				CV(a)=4,49% CV(b)=5,52% CV(c)=6,19% DMS manejo=11,42 DMS sulcador=8,82		
Manejos	Altura de inserção 1ª vagem (cm)			Número de vagens (vagens.planta ⁻¹)		
	Disco duplo	Haste	Média	Disco duplo	Haste	Média
PC	15,8	17,7	16,8	27,5	25,5	26,5
EG	13,8	13,3	13,6	23,5	24,2	23,9
E	12,9	13,1	12,9	23,2	23,5	23,4
PDH30	14,2	13,9	14,1	30,5	27,2	28,9
PDH10	11,2	13,6	12,4	30,2	23,0	26,6
PDH	15,0	13,9	14,4	28,2	26,2	27,2
Média	13,8	14,3	14,0	27,2	24,9	26,0
CV(a)=31,00% CV(b)=46,89% CV(c)=31,80% DMS manejo=27,85 DMS sulcador=19,14				CV(a)=16,87% CV(b)=17,53% CV(c)=20,73% DMS manejo=10,63 DMS sulcador=7,84		

Verifica-se nos Quadros 36 e 37, que não ocorreram diferenças na população final e na produção média de acordo com os tratamentos estudados, indicando que os sistemas de manejo do solo e os sulcadores utilizados não interferiram em nenhuma variável, portanto, a resposta da soja foi nula, levando-se em consideração as variáveis apresentadas. Considerando os sulcadores, disco e haste, resultados discordantes foram encontrados para a cultura do milho em Mello et al. (2001) e Klein & Boller (1995), e isto pode indicar maior sensibilidade do milho do que da soja, pelas diferenças obtidas na linha de semeadura após a utilização dos sulcadores, pois mesmo com as diferenças encontradas no sistema radicular da soja (Quadro 33), não houve resposta para os componentes de produção e produtividade.

O bom fornecimento de água durante a semeadura e no desenvolvimento vegetativo da soja (Figura 7), pode ser um fator responsável pela inexistência de diferenças entre os sistemas de manejo do solo e sulcadores (haste e disco) na produtividade da soja, pois podem ter anulado as possíveis diferenças criadas no solo, concordando com resultados obtidos por Boller (1996) onde o feijão não apresentou diferença de produtividade em relação aos sistemas de preparo convencional, enxada rotativa e escarificado. Diferenças poderiam ocorrer no caso de deficiências hídricas após semeadura e durante o cultivo da soja, como foi verificado por Portella et al. (1997), Mello (1988) e Lopes (2001).

Quadro 37 Massa de 100 grãos (g) e produtividade (kg.ha⁻¹) da soja, em 17/04/01

Manejos	Massa de 100 grãos (g)			Produtividade (kg.ha ⁻¹)		
	Disco duplo	Haste	Média	Disco duplo	Haste	Média
PC	20,11	18,25	19,18	2537,4	2525,4	2531,4
EG	22,55	25,10	23,80	2629,5	2553,2	2591,4
E	20,79	21,11	20,96	2505,0	2797,2	2651,3
PDH30	23,17	24,30	23,74	2907,2	2878,0	2892,6
PDH10	21,29	20,42	20,86	2671,7	2651,2	2661,5
PDH	24,00	26,52	25,30	2804,0	2613,1	2708,6
Média	22,00	22,60	22,30	2675,9	2669,8	2672,8
CV(a)=39,82% CV(b)=47,83% CV(c)=35,11%				CV(a)=11,33% CV(b)=9,00% CV(c)=6,22%		
DMS manejo=18,69 DMS sulcador=12,96				DMS manejo=526,89 DMS sulcador=296,76		

Observa-se no Quadro 37 que não houve efeito residual das épocas de dessecação da cobertura em plantio direto, conseqüentemente não houve diferença entre PDH30, PDH10 e PDH para os componentes de produção e nem para produtividade da soja, como encontrado no primeiro ano experimental.

A produtividade média obtida no segundo ano foi superior a média de 2300 kg.ha⁻¹ para o Estado de São Paulo (Agrianual, 2001), e também foi superior às encontradas por Mello (1988), Costa (2000), Lopes (2001) e Barizon (2001).

6.2.7.2 Matéria seca de plantas e cobertura vegetal após colheita da soja

Observa-se no Quadro 38, que a matéria seca da parte aérea de 10 plantas e a matéria seca da cobertura vegetal após colheita não diferiram de acordo com os

tratamentos estudados. A matéria seca da parte aérea das plantas está relacionada com os componentes de produção, pois também não ocorreram diferenças de acordo com os tratamentos estudados (Quadro 37). Os valores para matéria seca da parte aérea de plantas são maiores do que os obtidos no primeiro ano experimental, sendo verificado o mesmo para os componentes de produção da soja. Apesar da mudança na variedade de soja de Coodetec 201 para FT 2000, o melhor desenvolvimento vegetativo e produtivo da soja cultivada no segundo ano, pode indicar que a antecipação na semeadura em 24 dias pode ter colaborado com o resultado. Pode ter ocorrido, também, efeito cumulativo do plantio direto no segundo ano de cultivo beneficiando a cultura.

Quadro 38 Matéria seca (g) da parte aérea da soja na colheita (MS plantas) e matéria seca total (MS total) em kg.ha^{-1} na superfície após colheita em 17/04/01.

Manejos	MS plantas (g)			MS total (kg.ha^{-1})		
	Disco duplo	Haste	Média	Disco duplo	Haste	Média
PC	14,65	12,45	13,55	3985	3668	3826
EG	14,17	14,37	14,27	2740	3619	3179
E	12,4	13,74	13,07	3451	4966	4208
PDH30	15,05	14,33	14,69	4371	3193	3782
PDH10	15,41	15,40	15,41	4560	3618	4089
PDH	13,84	12,58	13,21	4127	5429	4778
Média	14,25	13,81	14,03	3872	4082	3977
CV (a)=18,83% CV (b)=16,01% CV (c)= 14,77%				CV (a)=41,93% CV (b)=25,64% CV (c)=30,49%		
DMS manejo=5,12 DMS sulcador=3,12				DMS manejo= 3153,9 DMS sulcador=1757,56		

Quanto à matéria seca da cobertura vegetal após colheita, pode-se observar que os valores são menores do que os encontrados após colheita da soja no primeiro ano. O segundo ano foi caracterizado pela dificuldade de formação de cobertura antes da semeadura da soja, com dois insucessos na tentativa de se formar cobertura (triticale e milheto), o que certamente reduziu a cobertura do primeiro para o segundo ano, após semeadura da soja e também após colheita. Isto não permite relacionar as diferenças obtidas para os sistemas de manejo do solo observadas no segundo ano (Quadro 38) com as obtidas no primeiro (Quadro 19), quando foram verificadas maiores quantidades de cobertura vegetal no plantio direto, comparado com o preparo convencional.

As diferenças observadas após semeadura da soja entre os sulcadores, disco duplo e haste, não foram encontradas após colheita, indicando que os resíduos após

colheita, que foram espalhados na superfície, podem ter anulado as diferenças na quantidade de cobertura vegetal provocadas pela haste e disco na linha de semeadura.

6.2.7.3 Fertilidade do solo após colheita da soja

As médias para fertilidade do solo são apresentadas no Quadro 39, sem análise estatística, somente para caracterização química do solo após dois anos de cultivo.

Quadro 39 Médias da análise química do solo nas camadas de 0-5 e 5-20 cm, após a colheita da soja no segundo ano, em 14/05/01

Manejos	Análise química do solo									
	pH	MO	P resina	H+Al	K	Ca	Mg	SB	CTC	V%
	CaCl ₂	g.dm ⁻³	mg.dm ⁻³	mmol _c . dm ⁻³						
Camada 0-5 cm										
PC	4,6	28,8	19,3	54,6	3,3	23,8	13,5	40,6	95,4	43,8
EG	5,0	33,5	29,4	38,8	2,4	24,4	14,4	41,4	80,0	49,8
E	5,3	30,0	33,8	40,1	4,5	46,8	29,5	80,8	121,1	65,5
PDH30	5,6	31,5	36,1	28,9	3,6	57,9	47,0	108,4	137,5	73,0
PDH10	5,2	33,6	39,8	35,6	2,9	45,0	30,4	78,4	114,0	64,9
PDH	5,8	30,9	43,8	28,4	3,9	72,0	51,0	126,8	155,4	80,4
Camada 5-20 cm										
PC	4,7	28,8	18,4	53,3	1,6	23,6	15,1	40,3	94,0	43,8
EG	4,7	32,9	23,3	44,6	1,6	25,4	13,9	41,3	85,6	45,5
E	4,6	28,0	31,3	49,4	2,9	27,8	13,1	43,8	93,0	48,0
PDH30	4,6	29,6	36,9	57,5	2,8	23,4	11,8	38,0	95,3	40,5
PDH10	4,2	31,1	32,5	66,4	1,4	17,5	7,6	26,6	92,9	28,9
PDH	4,3	29,1	32,6	61,4	2,4	24,8	10,0	37,3	98,5	39,4

Visualmente, os sistemas de manejo com menor mobilização do solo apresentaram na camada de 0-5 cm, maiores valores para os componentes químicos, com exceção ao hidrogênio e alumínio (H+Al), comparado com os de maior mobilização. O contrário foi observado para a camada de 5-20 cm. Isto também foi observado no início da condução deste trabalho, para plantio direto e convencional (Quadro 1).

Estes resultados, segundo Bayer & Mielniczuk (1997), devem-se as diferenças na aplicação de corretivo e fertilizantes, diferentes graus de revolvimento do solo e à diferente reciclagem promovida pela decomposição das diversas quantidades de material orgânico presente no solo, ocasionados pelos sistemas de manejos do solo utilizados.

6.3 Análise multivariada de agrupamento

Para a análise multivariada de agrupamento foram selecionadas 21 variáveis descritas no apêndice, e que foram obtidas no primeiro e no segundo ano experimental, resultantes da média para 8 repetições (4 no primeiro ano e 4 no segundo ano). Os agrupamentos formados com os doze tratamentos (6 primários combinados com dois secundários) e as 21 variáveis, encontram-se no dendograma da Figura 33, onde-se observa a formação de três grupos distintos.

O primeiro grupo foi composto pelo preparo convencional e escarificado com grade, que formaram dois subgrupos separados pelos sistemas de preparo e não pelos sulcadores; o segundo grupo foi composto pelos tratamentos com plantio direto (PDH30, PDH10) e escarificado, que por sua vez formaram dois subgrupos; um com plantio direto (PDH30 e PDH10) utilizando-se haste e escarificado, e outro com plantio direto (PDH30 e PDH10) utilizando-se disco; o terceiro e último grupo, não apresentou subgrupos, sendo composto pelo tratamento com plantio direto (PDH) utilizando-se haste e disco.

Para a formação dos grupos, os sistemas de manejo do solo e da cobertura vegetal certamente foram mais importantes do que o tipo de sulcador, pois independente do uso de haste ou de disco duplo, os sistemas de manejo que proporcionaram maior grau de mobilização no solo (PC e EG) pertenceram ao mesmo grupo, distinguindo-se dos que proporcionaram menor mobilização do solo (E, PDH30, PDH10), que por sua vez se isolaram do PDH, tratamento que proporcionou os piores resultados no primeiro ano experimental.

Entre os manejos do solo que proporcionaram maior grau de mobilização no solo (PC e EG), o tipo de sulcador utilizado também não foi importante para a formação dos subgrupos, indicando que nestes preparos, pouco importa o tipo de sulcador utilizado. Entretanto, nos manejos do solo que proporcionaram menor mobilização (E, PDH30, PDH10), o tipo de sulcador passa a ter importância, pois verifica-se nitidamente a distinção entre as proximidades dos sistemas com haste e com disco. Isto pode justificar a comparação dos sulcadores (disco duplo ou haste) em sistemas de manejo do solo como plantio direto.

O grupo isolado de plantio direto com dessecação após semeadura da soja (PDH), independente do tipo de sulcador, indica que a época de dessecação também foi

responsável pelos grupos com plantio direto, onde os 30 e 10 dias antes da semeadura da soja permaneceram no mesmo grupo, distinguindo-se da dessecação após semeadura. Isto demonstra que a época de dessecação em plantio direto, é um fator importante.

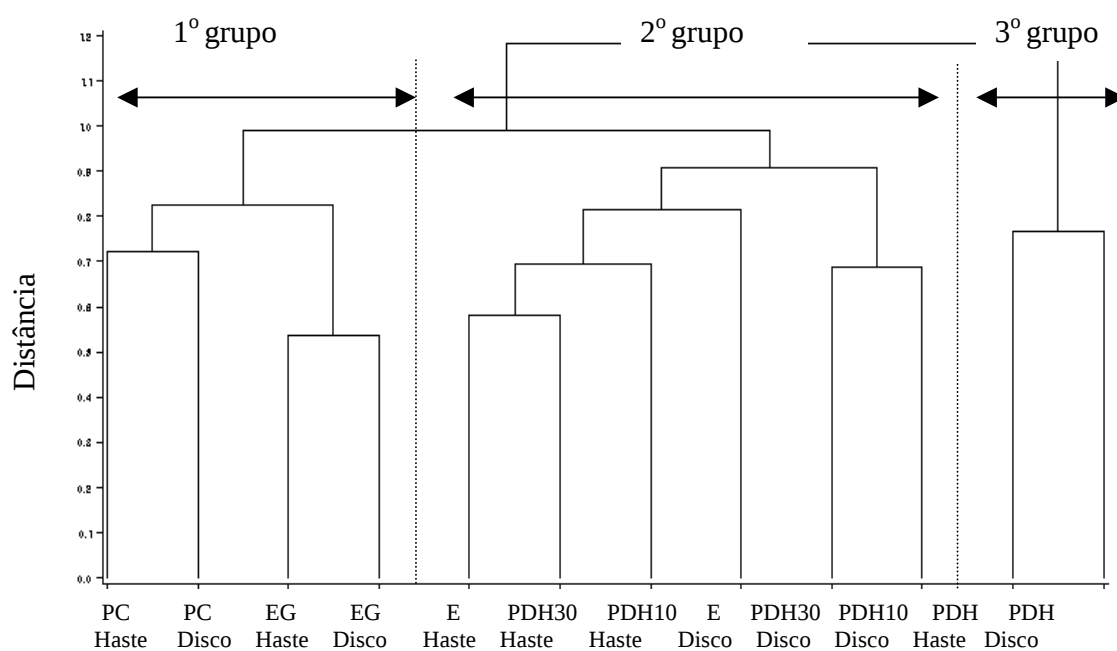


Figura 33 Dendrograma resultante da análise de agrupamento, considerando os doze tratamentos (indivíduos) estudados e as 21 variáveis (médias obtidas no primeiro e segundo ano) durante a condução experimental, e a divisão em três grupos.

7 CONCLUSÕES

Nas condições em que o experimento foi conduzido e perante as avaliações e as análises executadas, conclui-se:

- Os manejos do solo e da cobertura vegetal distinguiram os tratamentos preparo convencional e escarificado seguido de grade; plantio direto (dessecação aos 30 e 10 dias antes da semeadura da soja) e escarificado; plantio direto com dessecação após semeadura da soja. Os tipos de sulcadores disco duplo e haste mostraram diferença nos tratamentos de menor mobilização do solo, plantio direto e escarificado.

- Os sistemas de menor mobilização do solo plantio direto e escarificado, propiciaram maior cobertura vegetal na superfície após preparo e semeadura da soja, menor absorção de macronutrientes pela soja e menor produção de matéria seca da parte aérea da soja do que os sistemas preparo convencional e escarificado seguido de grade.

- As diferenças entre os sulcadores, disco duplo e haste, ocorreram nos sistemas de manejo plantio direto e escarificado, indicando diferenças nas avaliações referentes aos períodos de semeadura e emergência da soja.

- O uso do sulcador tipo haste, comparado com o disco duplo, reduziu a cobertura vegetal na superfície do solo e provocou maior mobilização no sulco de semeadura, totalizando no segundo ano, 38,6% a mais de mobilização no sulco do que o disco duplo.

- O sistema radicular da soja foi influenciado pelo tipo de sulcador no segundo ano de cultivo, sendo maior a quantidade de matéria seca de raízes para a área manejada com sulcador haste.

- No primeiro ano, houve maior resistência à penetração do solo e menor quantidade de matéria seca de raízes de soja em sistema de plantio direto comparado com o preparo convencional.

- A dessecação tardia (após semeadura) da cobertura em plantio direto, no primeiro ano, não foi indicada, e afetou negativamente a emergência e o desenvolvimento da soja, propiciando menor produtividade do que as dessecações aos 30 e 10 dias antes da semeadura da soja.

- Os sistemas de manejo do solo e dos sulcadores, nos dois anos experimentais, não afetaram os componentes de produção e produtividade da soja.

- A condição climática, caracterizando deficiência hídrica no inverno e na primavera, foi determinante para dificuldade de formação de cobertura vegetal através do milho e triticale nos dois anos experimentais, e a vegetação espontânea foi a alternativa de fornecimento de cobertura vegetal.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGRIANUAL 99. *Anu. Agric. Bras.* São Paulo: Argos Comunicação, p. 499, 2000.
- AGRIANUAL 00. *Anu. Agric. Bras.* São Paulo: Argos Comunicação, p.495, 2001.
- ALLMARAS, R.R., DOWDY, R.H. Conservation tillage systems and their adoption in the United States. *Sol. Till. Res.*, v.5, p.197-222, 1985.
- ALMEIDA, F.S. *Controle de plantas daninhas em plantio direto*. Londrina: Instituto Agronômico do Paraná, 1991. 34p. (Circular, 67)
- ALVARENGA, R.C., CABEZAS, W.A.L., CRUZ, J.C., SANTANA, D.P. Plantas de cobertura de solo para sistema plantio direto. *Inf. Agropecu.*, v.22, n.208, p.25-36, 2001.
- ARAÚJO, A.G. CASÃO JUNIOR, R., RALISCH, R., SILVA, A.L., LADEIRA, A.S., ROSSETO, R., SILVA, J.C., MACHADO, P. *Desempenho da semeadora adubadora direta PST² – Marchesan em solos argilosos*. Londrina: Instituto Agronômico do PARANÁ, 1999c. 44p. (Circular técnica, 107)
- ARAÚJO, A.G., CASÃO JUNIOR, R., RALISCH, R. SIQUEIRA, R. Mobilização de solo e emergência de plantas na semeadura direta de soja (*Glycine max* L.) e milho (*Zea mays* L.) em solos argilosos. *Eng. Agríc.*, v.19, p.226-37, 1999a.
- ARAÚJO, A.G., CASÃO JUNIOR, R., SIQUEIRA, R. Máquinas para semear. *Cultivar Máquinas*, v.1, n.2, p.10-1, 2001.
- ARAÚJO, A.G., YAMAOKA, R., BENASSI, D. Máquinas para pulverização em solos de baixa aptidão. In: CALEGARI, A., LEAL, A.C., ARAUJO, A.G., KLATOUNIAN, C.A.,

- CASTRO FILHO, C., BENASSI, D. *Uso e manejo de solos de baixa aptidão*. Londrina: Instituto Agronômico do Paraná, 1999b. p.154-67. (Circular técnica, 108)
- BALL-COELHO, B.R., ROY, R.C., SWANTON, C.J. Tillage alters corn root distribution in coarse-textured soil. *Soil & Tillage Res.*, v.45, p. 237-49, 1998.
- BARIZON, R.R. *Calagem na superfície para a cultura da soja, em semeadura direta sobre Brachiaria brizantha*. Botucatu, 2001. 88 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia área de Energia na Agricultura) - Faculdade de Ciências Agrônômicas de Botucatu, Universidade Estadual Paulista.
- BAYER, C., MIELNICZUK, J. Características químicas do solo afetadas por métodos de preparo e sistemas de cultura. *Rev.Bras. Ciênc. Solo*, v.21, p.105-12,1997.
- BENEZ, S.H. *Efeitos dos tipos de preparo de solo, cultivos e calagem na cultura do milho (Zea mays L.)*. Botucatu, 1980. 124p. Tese (Livre Docência em Agronomia área de Mecanização Agrícola) - Faculdade de Ciências Agrônômicas de Botucatu, Universidade Estadual Paulista.
- BENEZ, S.H. *Estudo do cultivo mínimo na cultura do milho (Zea mays L.) em solo Podzólico Vermelho Amarelo var. Laras*. Piracicaba, 1972. 99p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo.
- BENEZ, S.H., GAMERO, C.A, FURLANI JUNIOR, J. A. Efeitos da compactação do solo no desenvolvimento do sistema radicular de plantas de soja. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 15, 1986, São Paulo. *Resumos...* São Paulo: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 1986, p.45.
- BENEZ, S.H., GAMERO, C.A., PIEDADE JUNIOR, C. Influência do preparo do solo no desenvolvimento do sistema radicular da soja (*Glycine max* (L.) Merrill). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 9, 1979, Campina Grande. *Anais...* Campina Grande: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 1979. p.334-41.
- BENNIE, A.T.P. Growth and mechanical impedance. In: WAISEL, Y., ESHEL, A., KAFKARI, U. (Eds) *Plant roots: the hidden Half*. 2 ed. New York: Marcel Dekker, 1996. 1002p.

- BERTOL, O.J., FISCHER, I.I. Semeadura direta versus sistemas de preparo reduzido: efeito na cobertura do solo e no rendimento da cultura da soja. *Eng. Agríc.*, v.17, n.2, p.87-96, 1997.
- BERTONI, J., LOMBARDI NETO, F. *Conservação do solo*. São Paulo: Ícone, 1990. 355p.
- BOHM, W. *Methods of studying root system*. Belim: Springer-Verlag, 1979. 188p
- BOLLER, W. *Avaliação de diferentes sistemas de manejo do solo visando a implantação da cultura do feijão (Phaseolus vulgaris L.)*. Botucatu, 1996. 272p. Tese (Doutorado/Energia na Agricultura) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista.
- BOLLER, W., GAMERO, C.A., PEREIRA, O.J. Avaliação de diferentes sistemas de preparo e de condições de cobertura do solo. *Eng. Agríc.*, v.17, n.2, p.52-63, 1997.
- BOLLER, W., KLEIN, V.A., SCHONS, P., DALLMEYER, A.U., GAMERO, C.A. Resposta da cultura da soja (*Gycine max* L. Merrill) em preparo conservacionista e diferentes sistemas de semeadura. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 12, 1993, Ilhéus. *Anais...* Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, Ilhéus: 1993, p.1685-95.
- BONAMIGO, L.A. A cultura do milheto no Brasil, implantação e desenvolvimento no cerrado. In: WORKSHOP INTERNACIONAL DE MILHETO, 1999, Planaltina. *Anais...* Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária Cerrado: Planaltina, 1999. p.31-65.
- CALEGARI, A. *Espécies para cobertura de solo*. Londrina: Instituto Agrônômico do Paraná, 1998. p.65-93. (Circular, 101)
- CALEGARI, A., LEAL, A.C., ARAUJO, A.G., KLATOUNIAN, C.A., CASTRO FILHO, C., BENASSI, D. *Uso e manejo de solos de baixa aptidão*. Londrina: Instituto Agrônômico do Paraná, 1999. 270p. (Circular técnica, 108)
- CÂMARA, G.M.S. *Fenologia da soja*. Piracicaba: POTAFOS, 1998. 6p. (Informações Agrônômicas, 82)
- CAMPOS, L.A.C., VIEIRA, L.G.E., BRUNETTA, D., SILVA, A.C. *Cultura do triticale: informações técnicas*. Londrina: Instituto Agrônômico do Paraná, 1988. 20p. (Circular, 60)
- CARDOSO, A.N. Manejo e conservação do solo na cultura da soja. In: ARANTES, N.E., SOUZA, P.I.M. (Eds). *Cultura da soja nos cerrados*. Piracicaba: POTAFOS, 1993. p.71-104.

- CARVALHO, W.A., ESPÍNDOLA, C.R., PACCOLA, A.A. Levantamento de solos da Fazenda Lageado-Estação Experimental “Presidente Médici”. *Bol. Ciênc. Fac.Cienc. Agron. UNESP Botucatu*, n.1, 1983. 95p. (2ª edição revista e atualizada 2002 no prelo).
- CASÃO JUNIOR, R. Avaliação do desempenho de semeadoras de plantio direto. In: ENCONTRO NACIONAL DE PLANTIO DIRETO NA PALHA, 7, 2000, Foz do Iguaçu. *Resumos...* Foz do Iguaçu: Federação de Plantio Direto na Palha, 2000. p.127-8.
- CASÃO JUNIOR, R., ARAÚJO, A.G., RALISCH, R. Metodologia para a avaliação de semeadoras-adubadoras de plantio direto. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 28, 1999, Pelotas. *Anais...* Pelotas: Universidade Federal de Pelotas, 1999. (Editado em CD- ROM)
- CASÃO JUNIOR, R., ARAÚJO, A.G., RALISCH, R. MEDEIROS, G.B., MONICE, R., SIQUEIRA, R., SILVA, A.L., LADEIRA, A.S., SILVA, J.C., MACHADO, P., ROSSETO, R. *Desempenho da semeadora-adubadora AS 13500 – vence tudo em solos argilosos*. Londrina: Instituto Agrônomo do Paraná, 2000a. 46p. (Circular técnica, 110)
- CASÃO JUNIOR, R., ARAÚJO, A.G., RALISCH, R. MEDEIROS, G.B., MONICE, R., SIQUEIRA, R., SILVA, A.L., LADEIRA, A.S., SILVA, J.C., MACHADO, P., ROSSETO, R. *Desempenho das semeadoras-adubadoras MPS 1600 e MPS 1000 Imasa em solos argilosos*. Londrina: Instituto Agrônomo do Paraná, 2000b. 44p. (Circular técnica, 111)
- CASÃO JUNIOR, R., ARAÚJO, A.G., RALISCH, R., SILVA, A.L., LADEIRA, A.S., SILVA, J.C., MACHADO, P., ROSSETO, R. *Avaliação do desempenho da semeadora-adubadora Magnum 2850 PD no basalto paranaense*. Londrina: Instituto Agrônomo do Paraná, 1998. 47p. (Circular técnica, 105)
- CASÃO JUNIOR, R., SIQUEIRA, R., ARAÚJO, A.G., RALISCH, R. Dinâmica de semeadoras adubadoras diretas em Primeiro de Maio – PR. Londrina: Instituto Agrônomo do Paraná, 2000c. 14p. (Resultados de avaliação)
- CHAILA, S. Metodos de evaluacion de malezas para estudios de poblacion y de control. *Malezas*, v.14, n.2, p.1-78, 1986.
- CHOUDHARY, M.A., BAKER, C.J. Effects of drill coulter design and soil moisture status on emergence of wheat seedlings. *Soil Till Res.*, p.131-42, 1982.

- COELHO, H. *O uso da descarga elétrica em plantio direto na cultura do milho (Zea mays L.)*. Botucatu, 2000. 74p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Energia na Agricultura) - Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista.
- COELHO, J.L.D. *Avaliação de elementos sulcadores para semeadoras adubadoras utilizadas em sistemas conservacionistas de manejo do solo*. Campinas, 1998. 71p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas.
- CONSTANTIN, J., MACIEL, C.D.G., OLIVEIRA JUNIOR, R.S. Sistemas de manejo em plantio direto e sua influência sobre herbicidas aplicados em pós-emergência na cultura da soja. *Rev. Bras. Herbicidas*, v.1, p.233-42, 2000.
- COSTA, A. *Doses e modos de aplicação de calcário na implantação de sucessão soja trigo em sistema plantio direto*. Botucatu, 2000. 146 p. Tese (Doutorado em Agronomia / Agricultura) - Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista.
- DALLMEYER, A.U. Opções na semeadura. *Cultivar Máquinas*, v.1, n.2, p.6-9, 2001.
- DERPSCH, R., ROTH, C.H., SIDIRAS, N., KOPKE, U. *Controle da erosão no Paraná, Brasil: sistemas de cobertura do solo, plantio direto e preparo conservacionista do solo*. Eschborn: Instituto Agronômico do Paraná, 1991. 267p.
- DURUOHA, C. *Desenvolvimento do sistema radicular da cana-de-açúcar (Saccharum spp.) em função da compactação, do teor de água e do tipo de solo*. Botucatu, 2000. 109p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Energia na Agricultura)- Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. *Recomendações técnicas para a cultura da soja na região central do Brasil 2000/01*. Londrina, Embrapa Soja, 2000. 245p.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. *Manual de métodos de análise de solo*. Rio de Janeiro, 1979. 227p.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. *Sistema brasileiro de classificação de solos*. Brasília, Embrapa Produção de Informações; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. 412p.

- ESS, D.R., VAUGHAN, D.H., PERUMPRAL, J.V. Crop residue and root effects on soil compaction. Transactions of the ASAE, v.41, p.1271-5, 1998.
- FELICIO, J.C., CAMARGO, C.E.O., CASTRO, J.L.C., CAMARGO, M.B.P. Épocas de semeadura de tritcale em Capão Bonito, SP. *Pesqui. Agropecu. Bras.*, v.34, p.2193-202, 1999.
- FELICIO, J.C., CAMARGO, C.E.O., FERREIRA FILHO, A.W.P., GALLO, P.B. Avaliação de genótipos de tritcale e trigo em ambientes favoráveis e desfavoráveis no estado de São Paulo. *Bragantia*, v.60, n.2, p.83-91, 2001.
- FOLONI, J.S.S. *Crescimento radicular da soja (Glycine max. (L) Merrill) e de cinco adubos verdes em função da compactação do solo*. Botucatu, 1999. 73p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Agricultura) - Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista.
- FONTANELI, R.S., FONTANELI, R.S., SILVA, G., KOEHLER, D. Avaliação de cereais de inverno para duplo propósito. *Pesqui. Agropecu. Bras.*, v.31, p.43-50, 1996.
- FONTANELI, R.S., SANTOS, H.P., VOSS, M., AMBROSI, I. Rendimento e nodulação de soja em diferentes rotações de espécies anuais de inverno sob plantio direto. *Pesqui. Agropecu. Bras.*, v.35, p.349-55, 2000.
- FURLANI, A.E.C. *Efeito do preparo do solo e do manejo da cobertura de inverno na cultura do feijoeiro (Phaseolus vulgaris L.)*. Botucatu, 2000. 118p. Tese (Doutorado em Agronomia/Energia na Agricultura)-Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista.
- GAMERO, C.A. *Efeitos dos tipos de preparo sobre as características do solo e da cultura do milho (Zea mays L.)*. Piracicaba, 1985. 102p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo.
- GREGO, C.R.. *Avaliação de sistemas de preparo do solo e manejo da cobertura vegetal espontânea na cultura do feijão (Phaseolus vulgaris L.)*. Botucatu, 1999. 113p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Energia na Agricultura) - Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista.
- GREGO, C.R., BENEZ, S.H., SILVA, S.L., SILVA, A.R.B. Residual de preparos do solo e manejos da cobertura vegetal espontânea, estabelecidos à dois anos, sobre o milho (*Zea mays* L.). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 29, 2000,

- Fortaleza. *Anais...* Fortaleza: Universidade Federal do Ceará, 2000. (Editado em CD-ROM)
- HAKANSSON, I., VOORHEES, W.B., HILEY, H. Vehicle and wheel factors influencing soil compaction and crop response in different traffic regimes. *Sol. Till. Res.*, v.11, p.239-82, 1988.
- JOHNSON, J.F., VOORHEES, W.B., NELSON, W.W., RANDALL, G.W. Soybean growth and yield as affected by surface and subsoil compaction. *Agron. J.*, v.82, p.933-79, 1990.
- KIEHL, E.J. *Manual de edafologia: relação solo-água-planta*. São Paulo: Agronômica Ceres, 1979. 262p.
- KLEIN, V.A. Terra com qualidade. *Cultivar Máquinas*, v.1, n.2, p.14, 2001.
- KLEIN, V.A., BOLLER, W. Avaliação de diferentes manejos de solo e métodos de semeadura em área sob sistema de plantio direto. *Ciênc. Rural*, v.25, p.395-8, 1995.
- KLUTHCOUSKI, J., FANCELLI, A.L., DOURADO-NETO, D., RIBEIRO, C.M., FERRARO, L.A. Manejo do solo e o rendimento de soja, milho, feijão e arroz em plantio direto. *Scientia Agric.*, v.57, n.1, p.97-104, 2000.
- KOZLOWSKI, L.A. Aplicação seqüencial de herbicidas de manejo na implantação da cultura do feijoeiro comum em sistema de plantio direto. *Rev. Bras. de Herbicida*, v.2, n.1, p.49-56, 2001.
- LAFLEN, J.M., AMEMIYA, A., HINTZ, E.A. Measuring crop residue cover. *Soil Water Conserv.*, v.36, p.341-3, 1981.
- LEVIEN, R. *Condições de cobertura e métodos de preparo do solo para a implantação da cultura do milho (Zea Mays L.)*. Botucatu, 1999. 305p. Tese (Doutorado em Agronomia/Energia na Agricultura) - Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista.
- LOPES, M.N.T. *Efeito de sistemas de manejo do solo e de doses de nitrogênio em interação pastagem/soja*. Botucatu, 2001. 51p. Tese (Doutorado em Agronomia/Energia na Agricultura) - Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista.
- MAGLEBY, R.S., SCHERTZ, D.L. Conservation tillage chalks up steady grains. *Agric. Eng.*, v.67, p.14-6, 1988.
- MAGUIRE, J.D. Speeds of germination – Aid selection and evaluation for seedling emergence and vigor. *Crop. Sci.*, v.2, p.176-7, 1962.

- MALAVOLTA, E., VITTI, G.C., OLIVEIRA, S.A. *Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações*. 2.ed. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1997. 319p.
- MARQUES, J.P. *Manejo da vegetação espontânea para a implantação da cultura do milho (Zea mays L.) em plantio direto e preparo convencional do solo*. Botucatu, 1999. 98p. Dissertação (Mestrado em Agronomia / Energia na Agricultura) - Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista.
- MEIRELLES, J.C.S. O plantio direto no Estado de São Paulo: situação atual e perspectivas. In: ENCONTRO NACIONAL DE PLANTIO DIRETO NA PALHA, 7, 2000, Foz do Iguaçu. *Resumos...* Foz do Iguaçu: Federação de Plantio Direto na Palha, 2000. p.93-4.
- MELLO, L.M.M. *Efeitos de diferentes sistemas de preparo do solo na cultura da soja (Glycine max L.) e sobre algumas propriedades de um Latossolo Vermelho Escuro do Cerrado*. Botucatu, 1988. 132p. Tese (Doutorado em Agronomia /Energia na Agricultura)- Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista.
- MELLO, L.M.M., TAKAHASHI, C.M. Avaliação de mecanismos rompedores e rodas compactadoras de semeadoras-abubadoras para cultura do milho (*Zea mays* L.) em semeadura direta. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 29, 2000, Fortaleza. *Anais...* Fortaleza: Universidade Federal do Ceará, 2000. (Editado em CD- ROM)
- MELLO, L.M.M., TAKAHASHI, C.M., YANO, E.H. Avaliação dos efeitos de mecanismos rompedores e rodas compactadoras de semeadora-adubadora para a cultura do milho (*Zea mays*) em plantio direto. In: CONGRESO INTERNACIONAL DE INGENIERIA AGRICOLA, 4, 2001, Chile. *Memorias...* Chile: UDEC, 2001. v.2, p.107-10.
- MEROTTO, JUNIOR, A., MUNDSTOCK, C.M. Wheat root growth as affected by soil strength. *Rev. Bras. Cienc. Solo*, v.23, p.197-202, 1999.
- MORAES, M.H. *Efeitos da compactação em algumas propriedades físicas do solo e no desenvolvimento do sistema radicular de plantas de soja (Glycine max. (L) Merrill)*. Piracicaba, 1988. 106p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Solos e Nutrição de Plantas) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

- MORAES, M.H., BENEZ, S.H., LIBARDI, P.L. Influência de camadas compactadas de subsuperfície no desenvolvimento do sistema radicular de plantas de soja (*Glycine max.* (L) Merrill). *Científica*, v.9, n.1, 195-206, 1991.
- MUZILLI, O. Plantio direto em solos de baixa aptidão agrícola. In: CALEGARI, A., LEAL, A.C., ARAÚJO, A.G., KLATOUNIAN, C.A., CASTRO FILHO, C., BENASSI, D. *Uso e manejo de solos de baixa aptidão*. Londrina: Instituto Agrônômico do Paraná, 1999. p.100-23. (Circular técnica,108)
- PEREIRA, F.A.R. *Cultivo de espécies visando a obtenção de cobertura vegetal do solo na entressafra da soja (Gycine max (L.) Merrill) no cerrado*. Botucatu, 1990. 83p. Dissertação (Mestrado em Agronomia / Agricultura) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista.
- PITOL, C., SCALÉA, M. O milheto em sistema de plantio direto. In: WORKSHOP INTERNACIONAL DE MILHETO, 1999, Planaltina. *Anais...* Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária Cerrados: Planaltina, 1999. p.69-83.
- PONTES, J.R.V. *Manejo da vegetação espontânea, desempenho dos equipamentos e efeitos na cultura do milho (Zea mays L.)*. Botucatu, 1999. 73p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Energia na Agricultura) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista.
- PORTELLA, J.A., SATLER, A., FAGANELLO, A. Índice de emergência de plântulas de soja e de milho em semeadura direta no sul do Brasil. *Eng. Agríc.*, v.17, n.2, p.71-8, 1997.
- QUEIROZ-VOLTRAN, R.B., NOGUEIRA, S.S.S, MIRANDA, M.A.C. Aspectos da estrutura da raiz e do desenvolvimento de plantas de soja em solos compactados. *Pesqui. Agropecu. Bras.*, v.35, p.929-38, 2000.
- RAIJ, B.V., CANTARELLA, H., QUAGGIO, J.A., FURLANI, A.M.C. eds. Recomendações e adubação e calagem para o Estado de São Paulo. *Bol. Téc. Inst. Agron. (Campinas)*, n.100,p.1-285, 1997.
- RAIJ, B.V., QUAGGIO, J.A. Métodos de análises de solo para fins de fertilidade. *Bol. Téc. Inst. Agron. (Campinas)*, n.81, p.1-31, 1983.
- RALISCH, R. GUIMARÃES, M.F, BALBINO, L.C., MEDINA, C.C., TAVARES FILHO, J., DERSIGNI, C.G., VISINTIN, L.M.B. Estudos dos efeitos da realização sucessiva de um mesmo tipo de manejo, sobre o perfil cultural e o perfil de enraizamento de um Latossolo

- Roxo Distrófico In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 22, 1983, Ilhéus. *Anais...* Ilhéus: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 1983, p.2122-35.
- RIGHES, A.A., CENTENO, A.S., DALLMEYER, A.U., SILVEIRA, D.R., FARRET, I.S., POZZERA, J., FERREIRA, O.O., CASTRO, P.E., SILVEIRA, T.C. *Semeadura direta: comparação entre diferentes mecanismos sulcadores*. São Paulo, 1990. 31p. (Monografia, 4)
- ROSOLEM, C.A., ALMEIDA, A.C.S., SACRAMENTO, L.V.S. Sistema radicular e nutrição da soja em função da compactação do solo. *Bragantia*, v.53, p.259-66, 1994.
- SALTON, J.C., KICHEL, A.N. *Milheto: alternativa para cobertura do solo e alimentação animal*. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 1997. (Folheto informativo)
- SANTOS, J.R. *Produção de grãos, estabilidade de agregados e frações do fósforo e da matéria orgânica do solo em função do manejo e da aplicação de calcário, gesso e vinhaça*. Botucatu, 2000. 120p. Tese (Doutorado em Agronomia /Agricultura)-Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista.
- SANTOS, H.P., AMBROSI, I., LHAMBY, J.C.B., BAIER, A.C. Sistemas de produção alternativos de triticales, sob plantio direto, em Passo Fundo, RS. *Pesqui. Agropecu. Bras.*, v.34, p.201-8, 1999.
- SATURNINO, H.M. Evolução do plantio direto e as perspectivas nos cerrados. *Inf. Agropecu.*, v.22, n.208, p.5-12, 2001.
- SCHLOSSER, J.F., BERTOL, O.J., BERTOL, I., LAVORANTI, O.J. Desempenho de três mecanismos sulcadores de semeadura na presença de diferentes culturas destinadas à cobertura de inverno. *Eng. Agríc.*, v.19, n.1, p.64-70, 1999.
- SCHULER, R.T. Soil compaction. In:__. *Conservation tillage systems and management*. Ames: Editora, 1992. p.42-5.
- SILVA, A.R.B., BENEZ, S.H., MAHL, D., LEITE, M.A.S., PONTES, J.R., GREGO, C.R., MARQUES, J.P., COSTA, A.M. Avaliação de uma semeadora adubadora de plantio direto em função de diferentes mecanismos sulcadores e velocidades de deslocamento. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 30, 2001, Foz do Iguaçu. *Anais...* Foz do Iguaçu: Universidade do Oeste do Paraná, 2001. (Editado em CD- ROM)

- SILVA, A.R.B. *Comportamento de variedades/híbridos de milho (Zea mays L.) em diferentes tipos de preparo do solo*. Botucatu, 2000a. 95p. Dissertação(Mestrado em Agronomia/Energia na Agricultura) - Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista.
- SILVA, R.H.S *Crescimento radicular e nutrição da soja (Glycine max) em função da cultura anterior e compactação em Latossolo Vermelho escuro*. Botucatu, 1998. 98 p. Dissertação(Mestrado em Agronomia/Agricultura) - Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista.
- SILVA, S.L. *Avaliação de semeadoras para plantio direto: demanda energética, distribuição longitudinal e profundidade de deposição de sementes em diferentes velocidades de deslocamento*. Botucatu, 2000b. 123p. Tese (Doutorado em Agronomia/Energia na Agricultura) - Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista.
- SIQUEIRA, R. *Sistemas de preparo em diferentes tipos de coberturas vegetais do solo*. Botucatu, 1999. 191p. Tese (Doutorado em Agronomia/Energia na Agricultura) - Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista.
- TAVARES FILHO, J., BARBOSA, G.M.C., GUIMARÃES, M.F., FONSECA, I.C.B. Resistência do solo à penetração e desenvolvimento do sistema radicular do milho (Zea mays) sob diferentes sistemas de manejo em um Latossolo Roxo. *Rev. Bras. Cenc. Solo*, v.25, p.725-30, 2001.
- TAVARES FILHO, J., EIRA, G.C., LUDWIG FARINHA, L.R. Avaliação da compactação em um solo cultivado no sistema convencional. *Eng. Agríc.*, v.19, p.219-25, 1999.
- TESSIER, S., PAPENDICK, R.I., SAXTON, K.E., HYDE, G.M. Roghness meter to measure seed row geometry and soil disturbance. *Trans. Am. Soc. Agric. Eng.*, v.32, p.1871-3, 1989.
- TORMENA, C.A. Efeito do tráfego de máquinas em propriedades físicas do solo. In: CURSO SOBRE MANEJO DO SOLO NO SISTEMA PLANTIO DIRETO. 1995, Castro. *Anais...* Fundação ABC, 1995. p.52-77p.
- VEEN, B.W., BOONE, F.R. The influence of mechanical resistance and soil water on the growth of seminal roots of maize. *Sol. Till. Res.*, v.16, p.219-26, 1990.

- VEIGA, M., BASSI, L., ROSSO, A. Degradação do solo e da água. In: MANUAL de uso, manejo e conservação do solo e da água. Florianópolis: Empresa de Pesquisa Agrícola, 1994. p.73-98.
- VELINI, E.D. *Estudo e desenvolvimento de métodos experimentais e amostrais adaptados à matologia*. Jaboticabal, 1995. 250 p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista.
- VIDAL, R.A., THEISEN, G., FLECK, N.G., BAUMAN, T.T. Palha no sistema de semeadura direta reduz a infestação de gramíneas anuais e aumenta a produtividade da soja. *Ciênc. Rural*, v.28, p.373-7, 1998.
- WHITELEY, G.M., DEXTER, A.R. Root development and growth of oil seed, wheat and pea crops on tilled and non-tilled soil. *Soil Till Res.*, v.2, p.379-93, 1982.

Apêndice Análise Estatística

Quadro de variância usado para análise estatística (teste de Tukey a 5% de probabilidade)

Causa de variação	Graus de Liberdade
Bloco	3
Manejos	5
Resíduo a (Bloco * Manejo)	15
Sulcador	1
Resíduo b (Bloco * Sulcador)	3
Manejo * Sulcador	5
Resíduo c (Bloco * Manejo * Sulcador)	15
Total	47

Manejos = PC, EG, E, PDH30, PDH10, PDH

Sulcadores = Facão, Disco duplo

DADOS TRANSFORMADOS

Cobertura vegetal (%) após semeadura da soja, 18/12/99 Transformação = $\arcsin(\sqrt{x/100})$

Manejos	Disco duplo	Facão	Média
PC	0,312 d A	0,262 c B	0,287
EG	0,788 c A	0,704 b B	0,746
E	0,904 bc A	0,860 ab B	0,882
PDH30	1,220 ab A	1,140 a B	1,180
PDH10	1,250 ab A	1,210 a B	1,230
PDH	1,290 a A	1,214 a B	1,252
Média	0,961	0,898	0,930

CV (a)=23,80% CV (b)=2,18% CV (c)=3,57% DMS (Manejo)=0,362 DMS (Sulcador)=0,039

População inicial de plantas de soja por metro, 07/01/00 Transformação = $\sqrt{x}$

Manejos	Disco duplo	Facão	Média
PC	3,919 a	4,000 ab	3,960
EG	3,810 a	3,950 ab	3,880
E	3,950 a	4,076 a	4,013
PDH30	3,990 a	4,060 a	4,025
PDH10	4,000 a	3,874 ab	3,937
PDH	3,705 a	3,704 b	3,705
Média	3,896	3,944	3,920

CV (a)=3,77% CV (b)=1,74% CV (c)=4,93% DMS (Manejo)=0,303 DMS (Sulcador)=0,27

Número de plantas daninhas por 0,25 m², 11/01/00 Transformação = $\sqrt{x}$

Manejos	Disco duplo	Facão	Média
PC	4,42	3,92	4,17
EG	5,021	4,49	4,76
E	2,96	2,26	2,61
PDH30	2,61	2,75	2,68
PDH10	3,17	3,63	3,40
PDH	2,27	2,90	2,58
Média	3,41	3,33	3,37

CV (a)=95,21% CV (b)=15,11% CV (c)=34,42% DMS (Manejo)=2,89 DMS (Sulcador)=1,28

População final de plantas de soja por metro, 14/04/00 Transformação = sqrt (x)

Manejos	Disco duplo	Facão	Média
PC	3,78 a	3,79 ab	3,78
EG	3,66 a	3,84 ab	3,75
E	3,81 a	3,76 ab	3,78
PDH30	3,88 a	3,91 a	3,89
PDH10	3,85 a	3,75 ab	3,80
PDH	3,64 a	3,47 b	3,55
Média	3,77	3,75	3,760

CV (a)=4,39% CV (b)=7,77% CV (c)=5,052% DMS (Manejo)=0,3383 DMS(Sulcador)=0,315

Cobertura vegetal (%) após semeadura do triticales, 05/05/00 Transformação = arcsin (sqrt (x / 100))

Manejos	Disco duplo	Facão	Média
PC	1,16 b A	1,07 b B	1,12
EG	1,18 b A	1,11 ab A	1,15
E	1,21 ab A	1,11 ab B	1,16
PDH30	1,34 a A	1,22 a B	1,28
PDH10	1,34 a A	1,21 a B	1,28
PDH	1,28 ab A	1,14 a B	1,21
Média	1,25	1,14	1,19

CV (a)=5,79% CV (b)=4,51% CV (c)=3,98% DMS (Manejo)=0,129 DMS (Sulcador)=0,073

Notas estabelecidas na avaliação visual de triticales e vegetação espontânea, 13/09/00 Transformação = sqrt (x)

Manejos	Triticales			Vegetação espontânea		
	Disco duplo	Facão	Média	Disco duplo	Facão	Média
PC	1,87	1,72	1,79	1,31	1,31	1,31
EG	1,64	1,49	1,56	1,56	1,47	1,52
E	1,47	1,47	1,47	1,49	1,57	1,53
PDH30	1,72	1,57	1,64	1,10	1,39	1,24
PDH10	1,55	1,62	1,58	1,21	1,39	1,30
PDH	1,72	1,70	1,71	1,47	1,43	1,45
Média	1,66	1,59	1,63	1,36	1,66	1,51

CV(a)=21,11 CV(b)=7,16 CV(c)=7,14 CV(a)=23,42 CV(b)=24,41 CV(c)=18,51

DMS(Manejo)=0,576 DMS(Sulcador)=0,173 DMS(Manejo)=0,63 DMS(Sulcador)=0,41

Cobertura vegetal (%) após semeadura da soja, 23/11/00 Transformação = arcsin (sqrt (x / 100))

Manejos	Disco duplo	Facão	Média
PC	0,31 c	0,26 c	0,28
EG	0,38 c	0,33 c	0,36
E	0,77 b	0,68 b	0,73
PDH30	1,00 a	0,86 a	0,93
PDH10	0,93 a	0,86 a	0,89
PDH	0,92 a	0,81 ab	0,86
Média	0,72	0,63	0,68

CV (a)=7,03% CV (b)=7,90% CV (c)=11,33% DMS (Manejo)=0,139 DMS (Sulcador)=0,11

População inicial de plantas de soja por metro, 13/12/00. Transformação = sqrt (x)

Manejos	Disco duplo	Facão	Média
PC	4,09	3,99	4,04
EG	4,12	3,90	4,01
E	4,09	4,15	4,12
PDH30	4,03	4,12	4,08
PDH10	4,09	4,11	4,10
PDH	3,97	3,96	3,97
Média	4,07	4,04	2,56

CV (a)=3,24 CV (b)=7,72% CV (c)=4,09% DMS (Manejo)=0,32 DMS (Sulcador)=0,30

Número de plantas daninhas por 0,25 m², 19/12/00. Transformação= sqrt (x)

Manejos	Disco duplo	Facão	Média
PC	2,64	2,56	2,6
EG	4,06	3,57	3,81
E	2,77	3,08	2,93
PDH30	3,53	3,17	3,35
PDH10	3,15	3,61	3,38
PDH	2,71	3,06	2,88
Média	3,14	3,30	3,22

CV (a)=48,94% CV (b)=25,56% CV (c)=31,74% DMS (Manejo)=2,83 DMS (Sulcador)=1,45

População final de plantas de soja por metro, 17/04/01. Transformação = sqrt (x)

Manejos	Disco duplo	Facão	Média
PC	3,91	3,90	3,91
EG	3,97	3,87	3,92
E	3,94	4,09	4,01
PDH30	3,93	3,97	3,95
PDH10	3,99	3,99	3,99
PDH	3,90	3,91	3,91
Média	3,94	3,96	3,95

CV (a)=2,77% CV (b)=5,84% CV (c)=2,37% DMS (Manejo)=0,219 DMS(Sulcador)=0,204

As 21 variáveis (para os dois anos experimentais) utilizadas para análise multivariada de agrupamento foram:

- 1 Cobertura vegetal total após preparo do solo e semeadura da soja
- 2 Porcentagem de cobertura vegetal após semeadura da soja
- 3 Profundidade de semeadura da soja
- 4 População inicial de plantas
- 5 Índice de velocidade de emergência
- 6 Número de plantas daninhas antes do controle pós emergente das plantas daninhas na soja
- 7 Matéria seca total de raízes (0-40 cm de profundidade)
- 8 Matéria seca de raízes (0-40 cm de profundidade) na linha de semeadura da soja
- 9 Matéria seca de raízes (0-40 cm de profundidade) na entrelinha de semeadura da soja
- 10 Densidade do solo (0-30 cm de profundidade) na linha de semeadura da soja
- 11 Densidade do solo (0-30 cm de profundidade) na entrelinha de semeadura da soja
- 12 Resistência à penetração (0-35 cm de profundidade) na linha de semeadura da soja
- 13 Resistência à penetração (0-35 cm de profundidade) na entrelinha de semeadura da soja
- 14 Produtividade de grãos de soja
- 15 Altura de plantas de soja
- 16 Altura de inserção da primeira vagem de soja
- 17 Número de vagens por planta de soja
- 18 Matéria seca da parte aérea de 10 plantas de soja
- 19 Massa de 100 grãos de soja
- 20 População final de plantas de soja
- 21 Cobertura vegetal total após colheita da soja