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

EFEITO DOS SISTEMAS DE MANEJO DO SOLO E DA COBERTURA DE ENTRESSAFRA NA CULTURA DA SOJA (*Glycine max* L.)

JOÃO PAULO MARQUES

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

BOTUCATU –SP
Setembro – 2002

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

EFEITO DOS SISTEMAS DE MANEJO DO SOLO E DA COBERTURA DE ENTRESSAFRA NA CULTURA DA SOJA (*Glycine max* L.)

JOÃO PAULO MARQUES

Orientador: **Prof. Dr. Carlos Antonio Gamero**

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

BOTUCATU – SP
Setembro - 2002

Ao Trino Deus de Abraão, que me amou antes da fundação do mundo, com amor eterno me atraiu e com o seu próprio sangue me remiu, e me deu vida. **Ofereço.**

Pessoas especiais

O jamais esquecido, Major Deomero Silveira Marques, gaúcho de São Gabriel. Meu velho pai, nascido em 1911 e em 1992 falecido. Contador de verdades do seu passado, que nos prendia à mesa da cozinha; cancioneiro dos bons (a cidade de Rolândia no Paraná e Marta Rocha que nos digam), chegado no churrasco e na cuia; difícil era acompanhá-lo no sítio, e assim ao longe, o ouvíamos assobiando.

Uma sábia senhora, que nasceu em Piracicaba, cresceu em Jacarezinho-PR e hoje mora na minha Paraguaçu Paulista. Tem sobrenome Barbosa Marques, é baixinha e gordinha, conhecida por todos como Dona Therezinha... minha mãezinha.

Uma menina linda, que em 1991 arrebatou meu coração e me deixa até hoje sem palavras para expressar tamanha admiração pelo zelo, amor e companheirismo para comigo. Em Paraguaçu conhecida por Vanessinha, filha do Dito Paiva e da Dona Mara, neta do Nego Lino e do Seu Zé Abdalla, minha esposa, minha “Bunequinha”.

Rosária, Dinda, Carlão, Arthur e Mané, outros filhos do já citado gaúcho com a Dona Therezinha. Meus irmãos, que me carregaram no colo, no cavalo, na bicicleta e no carro e me ensinaram a descer do colo e andar a pé, a cavalo, de bicicleta e de carro. Incluo aqui minha sobrinhada toda, uns 13 no pé e dois na barriga.

Um Professor, instrumento nas mãos de Deus, Paulo Rodolfo Leopoldo, do Departamento de Engenharia Rural, também falecido e por mim, pouco conhecido. No entanto, hoje sei, foi um dos entrevistadores de quando entrei no mestrado nessa instituição e que disse aos seus companheiros uma frase que mudou meus caminhos: “Não podemos perder esse menino”.

Outro Professor, desse mesmo departamento, Benez, meu orientador do mestrado e banca desse doutorado. Homem que cobrou de nós, seus orientados, disciplina e seriedade e que nos ensinou a sermos pesquisadores fiéis à sociedade, através da verdade e da busca por essa. Coração que me faz lembrar o gaúcho de São Gabriel.

Outro Professor, Gamero, que deu ouvidos ao amigo Paulo naquela entrevista e me buscou no corredor. Hoje encerramos juntos essa obra, ele o orientador e eu, seu confiado orientado.

A esses, de uma forma especial, sou grato.

AGRADECIMENTOS

À sociedade paulista e brasileira, as quais pretendo retribuir através do meu trabalho;

À Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP, Campus de Botucatu. Ao Prof. Dr. Kléber Pereira Lanças, em nome de quem agradeço a todos os professores; ao Técnico de laboratório Maury Torres da Silva, agradecendo todos os funcionários do Departamento de Engenharia Rural; aos Técnicos Agropecuários Mário de Oliveira Munhoz e Marcos José Gonçalves e, assim, todos da Fazenda Experimental de Pesquisa e Produção; à Bibliotecária Maria Ines de Andrade e Cruz e todos da Biblioteca Paulo de Carvalho Mattos e à Marilena do Carmo Santos e toda secretaria de Pós Graduação;

À CAPES, pela concessão da bolsa de estudo;

Aos demais membros da banca examinadora, Prof. Dr. Luiz Malcoln Mano de Mello, Dr. Rubens Siqueira e Prof. Dr. Joelito de Oliveira Rezende, pelas sugestões e melhoria nessa tese. Homens que admiro como pesquisadores e detentores de conhecimento, que tive o prazer e privilégio de conhecer;

Ao Professor Dr. Renato Levien, da UFRGS, que assim como no mestrado, continua sendo exemplo de dedicação, humildade e honestidade como pesquisador;

A todos os alunos do Curso de Pós Graduação, em especial, André, Zé, Célia, Renan, Denise, Mariela, Robson, Mariana e André Salvador pela amizade, colaboração e auxílio nas diferentes etapas; e, também, o Bruxo, o Paulinho, a Rosimeire, o Celsinho, o Baiano, o Renildo, o Renato, o Charles e a Zulema. Aos companheiros de república e ao Fanley e à Carla.

Sou grato a essas pessoas e instituições, grato a outros tantos que colaboraram e grato a você que agora atenciosamente lê. Revelo, também, minha total gratidão a Deus, que nos deu sabedoria, do planejamento à conclusão desse projeto; força e disposição para o trabalho prático; e espírito perseverante na adversidade.

SUMÁRIO

Página

1 RESUMO 01
2 SUMMARY 03
3 INTRODUÇÃO 05
4 REVISÃO DE LITERATURA 07
4.1 Sustentabilidade na agricultura..... 07
4.2 Manejo do solo..... 09
4.2.1 Preparo do solo..... 10
4.2.2 Compactação do solo..... 13
4.2.3 Preparo conservacionista..... 16
4.2.4 Plantio direto..... 19
4.3 Manejo das plantas de entressafra..... 21
4.4 Semeadora-adubadora..... 24
4.5 A cultura do triticale..... 29
4.6 A cultura do milheto..... 30
4.7 A cultura da aveia preta..... 31
4.8 A cultura da soja..... 34
4.8.1 Rendimento da cultura..... 35
4.8.1.1 Perdas na colheita..... 41
4.8.2 Planta daninha..... 42
4.8.3 Fertilidade do solo e nutrição da soja..... 45
5 MATERIAL E MÉTODOS 50
5.1 Material 50
5.1.1 Campo experimental 50
5.1.2 Solo..... 50
5.1.3 Precipitação pluviométrica..... 52
5.1.4 Tratores, máquinas e equipamentos agrícolas 54
5.1.4.1 Tratores 54
5.1.4.2 Máquinas e equipamentos 54
5.1.5 Insumos agrícolas..... 56

5.1.5.1 Sementes..... 56
5.1.5.2 Fertilizantes..... 57
5.1.5.3 Defensivos agrícolas e inoculante..... 57
5.1.6 Material e equipamentos para coleta de amostras e avaliações 57
5.1.6.1 Determinação da resistência do solo à penetração 58
5.1.6.2 Temperaturas do solo e do ar..... 58
5.1.6.3 Determinação da rugosidade superficial, área do perfil mobilizado e profundidade de trabalho dos implementos de preparo do solo..... 58
5.1.6.4 Determinação da distribuição do tamanho dos agregados..... 58
5.1.6.5 Determinação da patinagem da roda transportadora-acionadora da semeadora-adubadora e da roda motriz traseira do trator..... 59
5.1.6.6 Determinação da força na barra de tração do trator..... 59
5.1.6.7 Determinação da velocidade de deslocamento dos conjuntos tratorizados..... 60
5.1.6.8 Determinação do consumo de combustível dos conjuntos tratorizados. 60
5.2.6.9 Outros materiais..... 61
5.2 Métodos 61
5.2.1 Delineamento experimental..... 61
5.2.2 Histórico e adequação da área experimental..... 63
5.2.3 Tratamentos..... 66
5.2.4 Instalação e condução do experimento 67
5.2.5 Determinação do teor de água no solo..... 71
5.2.6 Determinação da resistência do solo à penetração..... 71
5.2.7 Determinação da fertilidade do solo..... 71
5.2.8 Determinação da massa seca dos resíduos e da parte aérea das culturas e das plantas daninhas..... 71
5.2.9 Determinação do número de plantas daninhas..... 72
5.2.10 Determinação da porcentagem da cobertura do solo..... 72
5.2.11 Determinação do índice de velocidade de emergência, estande inicial e final da cultura da soja..... 72

5.2.12 Determinação de temperatura do solo e do ar..... 73
5.2.13 Determinações de número de plantas, de perfilhos e de espigas e massa seca da parte aérea na cultura do triticale..... 73
5.2.14 Determinação dos nutrientes contidos na parte aérea das plantas de soja..... 74
5.2.15 Determinação da altura de inserção da primeira vagem e do número de sementes por vagem..... 74
5.2.16 Determinação da produtividade de grãos das culturas do triticale e da soja e do peso de 100 sementes de soja..... 74
5.2.17 Determinação da altura de corte na colheita da soja e perda de grãos decorrente dessa..... 75
5.2.18 Determinações relacionadas às operações agrícolas..... 75
5.2.18.1 Rugosidade superficial do solo..... 76
5.2.18.2 Distribuição de agregados do solo na camada preparada..... 76
5.2.18.3 Área e volume de solo mobilizada, largura e profundidade de trabalho dos equipamentos de preparo do solo..... 76
5.2.18.4 Empolamento do solo..... 77
5.2.18.5 Velocidade de deslocamento dos conjuntos tratorizados..... 78
5.2.18.6 Capacidade de campo teórica e tempo demandado..... 78
5.2.18.7 Força média na barra de tração..... 78
5.2.18.8 Força de tração específica..... 79
5.2.18.9 Picos de exigência de força de tração..... 80
5.2.18.10 Potência média na barra de tração..... 80
5.2.18.11 Potência em função da área de solo mobilizada..... 81
5.2.18.12 Uso de energia em função da área trabalhada..... 81
5.2.18.13 Consumo horário de combustível..... 81
5.2.18.14 Consumo de combustível pela área trabalhada..... 82
5.2.18.15 Capacidade de trituração ou de rolagem..... 82
5.2.18.16 Consumo de combustível em função da massa vegetal manejada 82
5.2.18.17 Estimativa do custo parcial entre os tratamentos..... 83
6 RESULTADOS E DISCUSSÃO 84
6.1 Entressafra 1999..... 85

6.1.1 Cultura do triticale..... 85
6.1.1.1 Teor de água no solo na semeadura..... 85
6.1.1.2 Cobertura do solo..... 85
6.1.1.3 Desenvolvimento da cultura do triticale e produtividade de grãos..... 86
6.1.2 Cultura do milheto e pousio..... 88
6.1.2.1 Teor de água na semeadura..... 88
6.1.2.2 Cobertura do solo..... 89
6.2 Safra 1999/00 (cultura da soja)..... 90
6.2.1 Cobertura do solo..... 90
6.2.2 Temperatura do solo..... 93
6.2.2.1 Aos nove dias depois da semeadura da soja (26/12/99)..... 94
6.2.2.2 Aos quarenta dias depois da semeadura da soja (26/01/00)..... 96
6.2.2.3 Amplitude térmica no solo..... 100
6.2.3 Teor de água e resistência do solo à penetração..... 101
6.2.4 Desenvolvimento da cultura da soja (safra 1999/00)..... 105
6.2.4.1 Velocidade de emergência..... 105
6.2.4.2 Matéria seca da parte aérea da cultura da soja..... 106
6.2.4.3 Produtividade de grãos da cultura da soja..... 107
6.3 Entressafra 2000 (cultura da aveia preta e pousio)..... 109
6.3.1 Teor de água no solo..... 109
6.3.2 Cobertura do solo..... 111
6.3.3 Matéria seca da parte aérea da cultura da aveia preta..... 113
6.4 Safra 2000/01 (cultura da soja)..... 114
6.4.1 Teor de água no solo..... 114
6.4.2 Cobertura do solo..... 115
6.4.3 Matéria seca da parte aérea e número de plantas daninhas..... 116
6.4.4 Velocidade de emergência da soja..... 118
6.4.5 Matéria seca da parte aérea das plantas de soja..... 118
6.4.6 Nutrição das plantas de soja..... 121
6.4.7 Estande da cultura..... 122
6.4.8 Altura de inserção da primeira vagem, componentes de produção e

produtividade da cultura..... 123
6.4.9 Perda na colheita pela altura de corte..... 125
6.5 Fertilidade da área solo..... 128
6.6 Determinações relacionadas às operações agrícolas..... 133
6.6.1 Entressafra 2000 (aveia preta e pousio)..... 133
6.6.1.1 Preparo convencional do solo..... 133
6.6.1.2 Preparo reduzido do solo..... 134
6.6.1.3 Semeadura da aveia preta..... 136
6.6.1.4 Manejo da cobertura de entressafra..... 136
6.6.1.5 Tempo total demandado e consumo total de combustível em função da área trabalhada..... 138
6.6.2 Safra 2000/01 (cultura da soja)..... 140
6.6.2.1 Preparo convencional do solo..... 140
6.6.2.2 Preparo reduzido do solo..... 144
6.6.2.3 Semeadura da soja..... 145
6.6.2.4 Preparo do solo e semeadura da soja..... 153
6.6.3 Entressafra 2000 (aveia preta e pousio) e safra 2000/01 (cultura da soja)..... 155
6.6.4 Custos parciais entre os tratamentos..... 156
6.6.4.1 Entressafra 2000 (aveia preta e pousio)..... 156
6.6.4.2 Safra 2000/01 (cultura da soja)..... 159
6.6.4.3 Custos diferenciais parciais (entressafra 2000 e safra 2000/01)..... 161
6.7 Considerações gerais..... 162
7 CONCLUSÕES 165
8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 167
APÊNDICE 204

LISTA DE QUADROS

Quadro

Página

1 Características físicas do solo, coletado no local do experimento, na profundidade de 0-30 cm, conforme Levien (1999)..... 52

2 Resultados da análise química do solo nas camadas de 0 a 8 e de 9 a 20 centímetros de profundidade (Furlani, 2000)..... 52

3 Precipitação pluviométrica acumulada (mm) por decêndio e total mensal, no período de abril de 1999 a abril de 2000..... 52

4 Cultura do triticale e do milheto: seqüência de atividades para a instalação e a condução do experimento..... 67

5 Cultura da soja safra 1999/00: seqüência de atividades para a instalação e a condução do experimento..... 68

6 Cultura da aveia preta: seqüência de atividades para a instalação e a condução do experimento..... 69

7 Cultura da soja safra 2000/01: seqüência de atividades para a instalação e a condução do experimento..... 70

8 Matéria seca da cobertura do solo antes da instalação do ensaio (COB1) e na colheita do triticale (COB2), avaliadas em sistemas de manejo do solo e da cobertura de entressafra..... 86

9 Número de plantas (PLm), de perfilho (PERFm) e de espigas (ESPm) por metro, matéria seca da parte aérea por hectare (MSHa) e por planta (MSPL) e produtividade de grãos da cultura do triticale (PROD), avaliados em sistemas de manejo do solo e da cobertura de entressafra..... 87

10 Teor de água no solo na semeadura do milheto, nos diferentes sistemas de manejo do solo e da cobertura de entressafra..... 88

11 Porcentagem de cobertura do solo um dia depois da semeadura do milheto (1 DDS) e massa seca da cobertura morta, viva e total, aos 63 DDS, nos diferentes sistemas de manejo do solo e da cobertura de entressafra..... 90

12 Cobertura morta do solo , avaliada aos 4, 7, 40, 71, 100 e 127 dias depois da

semeadura da soja (DDS), nos diferentes sistemas de manejo do solo e da cobertura de entressafra..... 91
13 Massa de matéria seca da cobertura morta do solo aos 40 dias depois da semeadura da soja, nos diferentes sistemas de manejo do solo e da cobertura de entressafra..... 92
14 Massa de matéria seca da cobertura morta do solo aos 71 dias depois da semeadura da soja, nos diferentes sistemas de manejo do solo e da cobertura de entressafra..... 93
15 Temperatura do solo (3 cm de profundidade) e do ar, 9 dias depois da semeadura da soja, nos diferentes sistemas de manejo do solo e da cobertura de entressafra..... 94
16 Temperatura do solo (3 cm de profundidade) e do ar, 40 dias depois da semeadura da soja, nos diferentes sistemas de manejo do solo e da cobertura de entressafra..... 97
17 Temperatura do solo (ºC à 3 cm de profundidade) às 11 horas do dia 26/01/00 (40DDS da soja, safra99/00), nos diferentes sistemas de manejo do solo e da cobertura de entressafra..... 99
18 Temperatura do solo (ºC à 3 cm de profundidade) às 12 horas do dia 26/01/00 (40DDS da soja, safra99/00), nos diferentes sistemas de manejo do solo e da cobertura de entressafra. 100
19 Temperatura do solo (ºC à 3 cm de profundidade) às 15 horas do dia 26/01/00 (40DDS da soja, safra99/00), nos diferentes sistemas de manejo do solo e da cobertura de entressafra..... 100
20 Amplitude térmica no solo (ºC à 3 cm de profundidade), das 8 às 18 horas, aos 9 e 40 dias depois da semeadura da soja (9 e 40 DDS), da safra 1999/00, nos diferentes sistemas de manejo do solo e da cobertura de entressafra..... 101
21 Teor de água no solo aos 60 dias depois da semeadura da soja (60 DDS), da safra 1999/00, nos diferentes sistemas de manejo do solo e da cobertura de entressafra..... 102
22 Índice de velocidade de emergência da soja (safra 1999/00), nos diferentes sistemas de manejo do solo e da cobertura de entressafra..... 105
23 Massa de matéria seca da parte aérea ($kg.ha^{-1}$) da cultura da soja, safra 1999/00..... 106
24 Produtividade de grãos da cultura da soja, safras 1999/00, nos diferentes sistemas de manejo do solo e da cobertura de entressafra..... 109
25 Teor de água no solo , avaliado no preparo do solo (78 dias antes da semeadura – 78 DAS) e aos 0 e 56 dias depois da semeadura da aveia preta, nos diferentes

sistemas de manejo do solo e da cobertura de entressafra..... 110
26 Cobertura morta, avaliada aos 25, 50, 75 e 90 dias da semeadura da aveia, nos diferentes sistemas de manejo do solo e da cobertura de entressafra..... 112
27 Massa de matéria seca da cobertura morta do solo ($kg.ha^{-1}$), aos 90 dias depois da semeadura da aveia preta, nos diferentes sistemas de manejo do solo e da cobertura de entressafra..... 113
28 Porcentagem de cobertura do solo após o manejo da cobertura da entressafra de 2000..... 113
29 Massa de matéria seca ($kg.ha^{-1}$) da cultura da aveia preta, avaliada aos 25, 50, 75 e 90 dias depois da semeadura, nos diferentes sistemas de manejo do solo e da cobertura de entressafra..... 114
30 Teor de água no solo, avaliado no preparo do solo, na semeadura da soja e aos 47 dias depois da semeadura (47 DDS), nos diferentes sistemas de manejo do solo e da cobertura de entressafra..... 115
31 Cobertura morta do solo , avaliada aos 30, 47, 69, 91 e 120 dias da semeadura da soja, safra 2000/01, nos diferentes sistemas de manejo do solo e da cobertura de entressafra..... 116
32 Massa de matéria seca ($kgha^{-1}$) da parte aérea e número de plantas daninhas à cultura da soja (safra 2000/01), avaliada aos 30, 47, 69, 91 e 120 dias depois da semeadura, nos diferentes sistemas de manejo do solo e da cobertura de entressafra.. 118
33 Índice de velocidade de emergência da cultura da soja, safra 2000/01..... 119
34 Massa de matéria seca da parte aérea ($kgha^{-1}$) da cultura da soja, avaliada aos 30, 47, 69, 91 e 120 dias depois da semeadura, nos diferentes sistemas de manejo do solo e da cobertura de entressafra..... 120
35 Massa de matéria seca da parte aérea ($kg.ha^{-1}$), na cultura da soja safra 2000/01, avaliada aos 47 DDS, nos diferentes sistemas de manejo do solo e da cobertura de entressafra..... 120

36 Quantidades de macronutrientes ($kg.ha^{-1}$) e de micronutrientes ($g.ha^{-1}$) na parte aérea das plantas de soja, aos 60 DDS, nos diferentes sistemas de manejo do solo e da cobertura de entressafra..... 122

37 Estande inicial e na colheita da cultura da soja, safra 2000/01, nos diferentes sistemas de manejo do solo e da cobertura de entressafra..... 123
38 Altura de inserção da primeira vagem, número de grãos por vagem e de vagens por planta, massa de 100 grãos e produtividade de grãos da cultura da soja, safra 2000/01, cultivar FT-2000, nos diferentes sistemas de manejo do solo e da cobertura de entressafra..... 124
39 Massa de 100 grãos de soja (g), da safra 2000/01, cultivar FT-2000, nos diferentes sistemas de manejo do solo e da cobertura de entressafra..... 124
40 Produtividade de grãos da cultura da soja ($kg.ha^{-1}$), safra 2000/01, cultivar FT-2000, nos diferentes sistemas de manejo do solo e da cobertura de entressafra..... 125
41 Número de vagens não colhidas e altura de corte na colheita da soja, safra 2000/01, nos diferentes sistemas de manejo do solo e da cobertura de entressafra..... 126
42 Perda de grãos de soja na colheita pela altura de corte ($kg.ha^{-1}$), na safra 2000/01, cultivar FT-2000, nos diferentes sistemas de manejo do solo e da cobertura de entressafra..... 127
43 Potencial de hidrogênio (pH) e matéria orgânica no solo em agosto de 1999 e de 2000..... 129
44 Níveis de fósforo (P) e acidez ativa ($H + Al^{3+}$) no solo em agosto de 1999 e de 2000 130
45 Níveis de K, Ca e Mg no solo em agosto de 1999 e de 2000 nas camadas 1 (0-7cm) e 2 (8-20cm)..... 131
46 Capacidade de troca de cátions (CTC) e saturação porb bases (V%) no solo em setembro de 1999 e de 2000..... 132
47 Variáveis medidas e/ou calculadas, nas operações de preparo do solo através de um arado de quatro discos e de uma grade niveladora-destorroadora, para implantação da cultura da aveia preta, nos tratamentos condições de cobertura estudados..... 134
48 Variáveis medidas e/ou calculadas, na operação de preparo do solo através de um escarificador conjugado com rolo nivelador/destorroador, para implantação da cultura da aveia preta, entressafra 2000, nos tratamentos condições de cobertura solo estudados..... 135

49 Velocidade de deslocamento (Vd), capacidade de campo teórica (Cct), tempo demandado por área (Td), consumo horário de combustível (CCh) e consumo de combustível por área trabalhada (CCa), na operação de semeadura da aveia preta, entressafra 2000, nos diferentes sistemas de manejo do solo e da cobertura de entressafra..... 136

50 Variáveis medidas e/ou calculadas, nas operações de manejo da cobertura de entressafra através de rolo faca, triturador de palha tratorizado e pulverizador tratorizado, nos diferentes sistemas de preparo do solo estudados..... 138

51 Somatório do tempo demandado ($h.ha^{-1}$) nas operações de preparo do solo, semeadura da aveia preta e manejo da cobertura, nos diferentes sistemas de manejo do solo e da cobertura de entressafra..... 139

52 Consumo total de combustível ($L.ha^{-1}$) nas operações de preparo do solo, semeadura da aveia preta e manejo da cobertura, nos diferentes sistemas de manejo do solo e da cobertura de entressafra..... 140

53 Variáveis medidas e/ou calculadas, na operação de preparo do solo através de um arado de quatro discos, para implantação da cultura da soja, safra 2000/01, nos tratamentos condições de cobertura estudados..... 142

54 Variáveis medidas e/ou calculadas, na operação de preparo periódico secundário do solo através de uma grade de discos (primeira e segunda gradagens após a aração), para implantação da cultura da soja, safra 2000/01, nos tratamentos condições de cobertura do solo estudados..... 143

55 Variáveis medidas e/ou calculadas, na operação de preparo do solo através de um escarificador conjugado com rolo nivelador/destorroador, para implantação da cultura da soja, safra 2000/01, nos tratamentos condições de cobertura do solo estudados..... 145

56 Força média de tração (kN), exigida pela semeadora-adubadora, na implantação da cultura da soja, safra 2000/01, nos diferentes sistemas de manejo do solo e da cobertura de entressafra..... 146

57 Força de tração específica (kN por linha de semeadura), da semeadora-adubadora, na implantação da cultura da soja, safra 2000/01, nos diferentes sistemas de manejo

do solo e da cobertura de entressafra..... 147
58 Força máxima na barra de tração (kN) exigido pela semeadora-adubadora, na implantação da cultura da soja, safra 2000/01, nos diferentes sistemas de manejo do solo e da cobertura de entressafra..... 148
59 Capacidade de campo teórica ($ha.h^{-1}$), da semeadora-adubadora, na implantação da cultura da soja, safra 2000/01, nos diferentes sistemas de manejo do solo e da cobertura de entressafra..... 148
60 Patinagem da roda motriz direita traseira do trator (%), na operação de semeadura da cultura da soja, safra 2000/01, nos diferentes sistemas de manejo do solo e da cobertura de entressafra..... 149
61 Patinagem da roda motriz esquerda traseira do trator (%), na operação de semeadura da cultura da soja, safra 2000/01, nos diferentes sistemas de manejo do solo e da cobertura de entressafra..... 150
62 Patinagem da roda transportadora/acionadora dos mecanismos de deposição de adubo e sementes (%), na operação de semeadura da cultura da soja, safra 2000/01, nos diferentes sistemas de manejo do solo e da cobertura de entressafra..... 150
63 Potência na barra de tração (kW) na operação de semeadura da cultura da soja, safra 2000/01, nos diferentes sistemas de manejo do solo e da cobertura de entressafra..... 151
64 Uso de energia em função da área trabalhada ($kWh.ha^{-1}$) na operação de semeadura da cultura da soja, safra 2000/01, nos diferentes sistemas de manejo do solo e da cobertura de entressafra..... 152
65 Consumo horário de combustível ($L.h^{-1}$) na operação de semeadura da cultura da soja, safra 2000/01, nos diferentes sistemas de manejo do solo e da cobertura de entressafra..... 152
66 Consumo de combustível em função da área trabalhada ($L.ha^{-1}$), na operação de semeadura da implantação da cultura da soja, safra 2000/01, nos diferentes sistemas de manejo do solo e da cobertura de entressafra..... 153
67 Somatório do tempo demandado em função da área trabalhada ($h.ha^{-1}$), nas operações de preparo do solo e semeadura da cultura da soja, safra 2000/01, nos diferentes sistemas de manejo do solo e da cobertura de entressafra..... 154

68 Somatória do consumo de combustível em função da área trabalhada (L.ha^{-1}), nas operações de preparo do solo e semeadura da cultura da soja, safra 2000/01, nos diferentes sistemas de manejo do solo e da cobertura de entressafra..... 154

69 Somatória da energia utilizada em função da área trabalhada (kWh.ha^{-1}), nas operações de preparo do solo e semeadura da cultura da soja, safra 2000/01, nos diferentes sistemas de manejo do solo e da cobertura de entressafra..... 155

70 Somatório do tempo demandado (h.ha^{-1}) nas operações de preparo do solo, semeadura da aveia preta e manejo da cobertura e nas operações de preparo do solo e semeadura da cultura da soja, safra 2000/01, nos diferentes sistemas de manejo..... 156

71 Somatório do combustível consumido (L.ha^{-1}) nas operações de preparo do solo, semeadura da aveia preta e manejo da cobertura e nas operações de preparo do solo e semeadura da cultura da soja, safra 2000/01, nos diferentes sistemas de manejo..... 156

72 Custos parciais (R$.ha^{-1}) dos sistemas de preparo do solo reduzido e convencional (PRxCO) na entressafra de 2000 (aveia preta e pousio) em função do sistema de manejo da cobertuta de entressafra..... 157

73 Custos parciais (R$.ha^{-1}) nas operações de manejo da cobertura de entressafra em função do sistema de manejo do solo..... 158

74 Custos totais na entressafra de 2000 (R$.ha^{-1}), em função do sistema de manejo do solo e da cobertura..... 159

75 Custos parciais (R$.ha^{-1}) dos sistemas de preparo do solo reduzido e convencional (PRxCO) na safra de 2000/01 (cultura da soja) em função do sistema de manejo da cobertuta de entressafra..... 160

76 Custos parciais (manejo do solo + semeadura da soja) na safra de 2000/01 (R$.ha^{-1}), em função do sistema de manejo do solo e da cobertura..... 160

77 Somatório dos custos diferenciais parciais da entressafra 2000 e safra de 2000/01 (R$.ha^{-1}), em função do sistema de manejo do solo e da cobertura..... 161

LISTA DE FIGURAS

Figura

Página

1 Precipitação pluviométrica acumulada (mm) por decêndio e fases da experimentação..... 53

2a Áreas utilizadas para coleta de dados e amostras de solo, dentro de cada parcela, safra 1999/2000.....

62

2b Áreas utilizadas para coleta de dados e amostras de solo, dentro de cada parcela (safra 2000/2001)..... 62

3 Vista geral da área experimental antes da semeadura do triticale..... 64

4 Vista geral da área experimental com a cultura da aveia preta implantada..... 64

5 Vista geral da área experimental com a cultura da soja implantada (safra99/00)..... 64

6 Vista geral da área experimental com a cultura da soja implantada (safra99/00)..... 65

7 Vista da área experimental com a cultura do milheto implantada (entressafra 1999). 65

8 Preparo do solo para implantação da cultura da soja, safra 2000/01: a) e b) vistas do "comboio" nas determinações de esforços no preparo com arado; c) e d) vistas do preparo reduzido com escarificador conjugado com rolo destorroador/nivelador (setas nos painéis)..... 80

9 Cobertura morta do solo , avaliada aos 7, 40, 71, 100 e 127 dias depois da semeadura da soja (DDS), nos diferentes sistemas de manejo do solo..... 91

10 Cobertura morta do solo , avaliada aos 7, 40, 71, 100 e 127 dias depois da semeadura da soja (DDS), nos diferentes sistemas de manejo da cobertura de entressafra..... 92

11 Temperatura do ar aos 9 e 40 dias depois da semeadura da soja (9 e 40 DDS)..... 93

12 Temperatura do solo e do ar, nos diferentes horários do dia 26/12/99 (9 DDS), em função dos sistemas de manejo do solo..... 95

13 Temperatura do solo e do ar, nos tratamentos sistemas de manejo do solo: plantio direto (A); preparo reduzido (B) e preparo convencional (C)**,** nos diferentes horários do dia 26/12/99, em função das condições de cobertura..... 95

14 Temperatura do solo (3 cm de profundidade) e do ar, nos diferentes horários do dia 26/01/00 (40 DDS), em função dos sistemas de manejo do solo 98

15 Temperatura do solo e do ar, nos tratamentos sistemas de manejo do solo: plantio direto (A); preparo reduzido (B) e preparo convencional (C)**,** nos diferentes horários do dia 26/01/00, em função das condições de cobertura..... 98

16 Resistência do solo à penetração (MPa) aos 60 dias depois da semeadura da soja, na linha de semeadura, nos diferentes sistemas de manejo do solo (letras iguais numa mesma profundidade, representa igualdade entre os manejos)..... 102

17 Resistência do solo à penetração (MPa) aos 60 dias depois da semeadura da soja, na entrelinha de semeadura, nos diferentes sistemas de manejo do solo..... 103

18 Resistência do solo à penetração (MPa) aos 60 dias depois da semeadura da soja, na linha e entrelinha da cultura, nos diferentes sistemas de manejo do solo..... 104

19 Acúmulo de matéria seca da parte aérea das duas cultivares de soja (1999/00)..... 105

20 Massa seca acumulada da cobertura do solo por resíduos (morta), por plantas daninhas (P. daninha) e pela cultura da soja (soja), em função do sistema de preparo (Plantio direto – PD, Preparo reduzido – PR e Preparo convencional – CO) e da época de amostragem (1 – 30DDS, 2 – 47DDS, 3 - 69DDS, 4 – 91DDS e 5 – 120DDS).....

121

21 Variação na altura de corte na colheita, nas linhas de semeadura 2, 4 e 6 e altura de inserção da 1ª vagem de soja, em função do sistema de manejo do solo..... 126

22 Variabilidade dos dados (desvio médio) de altura de corte na colheita, nas linhas de semeadura 2, 4 e 6 de soja, em função do sistema de manejo do solo e da cobertura de entressafra..... 127

1 RESUMO

Os sistemas de manejo caracterizados pela intensa mobilização e desagregação do solo e pelo elevado uso de energia contida nas máquinas, nos combustíveis e nos insumos agrícolas, estão em desacordo ao conceito de desenvolvimento agrícola sustentável. E nesse contexto, os recursos naturais vêm sofrendo uma acentuada e crescente degradação. Com o objetivo de comparar três sistemas de manejo do solo [plantio direto (PD), preparo reduzido (PR - escarificador conjugado com rolo destorroador/nivelador) e preparo convencional (CO - aração seguida por duas gradeações)] combinados com condições de cobertura de entressafra [cultura de entressafra manejada com: rolo faca (RL), triturador de palhas (TP), herbicida (HE) e pousio na entressafra manejado com herbicida (PO)], realizou-se um experimento na Faculdade de Ciências Agronômicas/UNESP, em um Nitossolo Vermelho distrófico, no município de Botucatu, Estado de São Paulo. O experimento foi constituído de doze tratamentos em arranjo fatorial 3x4, delineados em blocos casualizados, com quatro repetições.

Na entressafra 1999, as culturas utilizadas foram triticale (*Triticum turgidocereale* (Kiss)) seguido em semeadura direta por milheto (*Pennisetum americanum*) e na entressafra 2000, a cultura da aveia preta (*Avena strigosa* Schreb.). A cultura principal implantada, nas safras 1999/00 e 2000/01, foi a soja (*Glicine max* L.).

Os sistemas de sucessão de cultura com soja mantiveram quantidades de resíduos sobre a superfície do solo, nos tratamentos em PR e PD, suficientes para classificá-los como manejos conservacionistas. No pousio, apenas o PD alcançou esta

classificação. A decomposição dos resíduos de soja foi mais lenta nos tratamentos em pousio durante a entressafra. O preparo convencional do solo para as culturas da aveia preta (entressafra) e soja (safra), proporcionou consumo de combustível, tempo demandado e custos superiores ao reduzido. As sistemas de manejo da cobertura exerceram maior influência na operação de aração do que na operação de escarificação. Na operação de semeadura da cultura da aveia preta, não houve diferença significativa entre os tratamentos, quanto às variáveis de desempenho operacional. A operação de semeadura da cultura da soja no sistema plantio direto apresentou maior força de tração média, máxima e específica; maior capacidade de campo; maior deslizamento (patinagem negativa) do rodado da semeadora; e maior potência na barra e uso de energia em função da área semeada. A semeadura no sistema de preparo reduzido apresentou maior patinagem do rodado traseiro do trator e maior consumo de combustível por área trabalhada. Os somatórios do consumo de combustível, do tempo demandado e dos custos nas operações de preparo do solo, semeadura da aveia e da soja e manejo da cobertura de entressafra foram crescentes do PD para o PR e para CO, assim como do PO para o HE e para o RL e TP.

A fertilidade do solo mostrou-se melhor no sistema PD na camada de 0 a 7cm. Na camada de 8 a 20cm de profundidade, o sistema CO apresentou os melhores resultados de fertilidade na amostragem de 1999; na amostragem de 2000, não foram verificadas diferenças nessa camada. O sistema PR apresentou-se em posição intermediária entre o PD e o CO.

A cultura do milheto não apresentou resultados satisfatórios, principalmente devido ao estresse hídrico sofrido, recomendando-se ensaios de densidade e épocas de semeadura. O triticale e a aveia preta mostraram-se boas culturas de entressafra a integrar sistemas de sucessão ou rotação de cultura envolvendo soja. O plantio direto apresentou maior produtividade de grãos de soja nos dois anos de cultivo.

EFFECT OF TILLAGE SYSTEMS AND SOIL COVER CONDITIONS FOR SOYBEAN CROP. Botucatu, 2002. 233p. Tese (Doutorado em Agronomia/Energia na Agricultura) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista.

Author: JOÃO PAULO MARQUES
Adviser: CARLOS ANTONIO GAMERO

2 SUMMARY

The management systems characterized by the intense mobilization and desegregation of the soil and by the energy elevated use contained in the machines, in the fuels and in the agricultural materials, are in disagreement to the concept of sustainable agricultural development. And in this context, the natural resources, especially the soil and water, they come suffering an accentuated and increasing degradation. With the goal of comparing three soil management systems [no-till (PD), chiseling (PR – chisel plow conjugated with roll) and conventional tillage (CO – disk plowing followed by two harrowing)] agreements with four soil cover management conditions [winter crop managed with kniffe-roller (RL), managed with straw-chopper (TP), managed with herbicide (HE) and spontaneous vegetation chemical control (PO)], it was carried out an experiment in a "Nitossolo Vermelho distrófico", in Agronomic Sciences Faculty/UNESP", Botucatu's Municipal district, São Paulo State - Brazil. The experiment was constituted of twelve treatments in factorial arrangement 3x4, delineated in randomized blocks, with four replications.

The used cultures were triticale (*Triticum turgidocereale* (Kiss)) followed in direct sowing for millet (*Pennisetum americanum*) in the between summer crop 1999; the oats crop (*Avena strigosa* Schreb.) in the between summer crop 2000. The main culture, in the crops 1999/00 and 2000/01, was the soybean (*Glicine max* L.).

The crops succession systems with soybean was able to maintain a residues mass on the surface of the soil sufficient to classify both as conservation systems. With no cover crop-soybean system, only no-till was able to maintain enough residue cover on soil. The soybean residues decay was slower in no cover crop treatments.

The Chisel treatment was found to have the lower fuel consumption, time per area and cost when compared to conventional tillage. The soil cover conditions influenced more disk plowing than chiseling. Operational parameters in the oats planting didn't present statistical differences among the treatments. The soybean planting in no-till present more draft and power in the drawbar and energy use per area. The soybean planting Chisel treatment present more slip of tractor wheel and consumption per area.

The fertility of the soil, it showed better in the PD system, in the layer from 0 to 7cm. In the layer from 8 to 20cm of depth, CO system introduced the best results of fertility in the sampling of 1999 and in the sampling of 2000, did not verify differences in this layer. PR system it introduced in intermediary position between PD and CO.

The culture of millet did not introduce satisfactory results, recommending itself, which should be carried out with others density and times of sowing. The triticale and the oats they showed good between harvests cultures to integrate rotation systems involving the culture of the soybean. The direct planting introduced soybean grains larger productivity in the two years of cultivation.

Keywords: soybean, tillage systems, soil cover conditions, operational performance of machinery

3 INTRODUÇÃO

No Brasil, a grande extensão de terras destaca a importância da atividade agropecuária, que é possivelmente uma das alternativas para enquadrar esse país como uma das potências mundiais. No entanto, em muitas áreas, está havendo uma diminuição da produtividade em decorrência da degradação do solo.

Os sistemas de manejo do solo introduzidos por colonizadores europeus no Brasil, caracterizados pela intensa mobilização e desagregação do solo e pelo uso abusivo de energia contida nas máquinas, nos combustíveis e nos insumos agrícolas, estão em desacordo ao conceito de desenvolvimento agrícola sustentável, que deve atender aos fatores de ordem econômica, ecológica e social. Com isso, os recursos naturais, especialmente o solo e a água, vêm sofrendo, nos últimos anos, uma acentuada e crescente degradação.

A manutenção de resíduos na superfície do solo, provenientes de restos de culturas e/ou adubos verdes, é uma das formas de manejo que pode diminuir a erosão, e essa formação da cobertura vegetal sobre o terreno não precisa ser necessariamente pela introdução e cultivo de uma dada espécie. A manutenção de áreas sem culturas destinadas a formação de cobertura do solo na entressafra das culturas anuais é uma prática comum no Brasil. No entanto, em determinadas regiões, quando são utilizadas tais culturas, pouco se sabe sobre qual a melhor forma de manejo a ser empregada, em função dos preparos e das culturas subseqüentes.

Culturas como a aveia preta, nabo forrageiro, triticale e milheto são implantadas na entressafra em certas regiões brasileiras e em outras estão surgindo ou são

desconhecidas ou mal adaptadas.

Dentre as atividades agropecuárias, a cadeia produtiva da soja gera anualmente para o Brasil uma receita de US$ 3,5 a US$ 4 bilhões, sendo o maior setor exportador nacional. A produção brasileira de soja estimada para a safra de 1999, foi de 30.781.373 toneladas de grãos para uma área de 13.004.422 hectares, o que representa uma produtividade média nacional de 2.367 $kg.ha^{-1}$. O Estado de São Paulo, sexto maior produtor nacional, apresentou uma produtividade de 2.730 $kg.ha^{-1}$. Dos 645 municípios paulistas, 185 cultivam soja, sendo as duas maiores regiões produtoras o Vale do Paranapanema, com 200 mil hectares e a Alta Mogiana, com 300 mil hectares. No entanto, o comportamento dessa cultura em diferentes sistemas de manejo do solo e condições de cobertura de entressafra devem ser avaliados, pela carência desse tipo de informação ao agricultor paulista e pelo aumento das áreas de soja nessa região do Estado.

A hipótese de nulidade assumida para o presente experimento foi de que diferentes sistemas de manejo de solo e diferentes condições de cobertura de entressafra não diferem entre si quanto à capacidade operacional e demanda energética nas operações de preparo do solo e semeadura, características físicas e químicas do solo, massa e porcentagem de cobertura sobre a superfície do solo e produtividade e custo de produção das culturas.

Neste sentido, propõe-se o estudo das influências e a comparação de diferentes sistemas de manejo do solo combinados com condições de cobertura de entressafra, caracterizadas por manejos da cultura do triticale seguido por milheto (entressafra 1999) e da cultura da aveia preta (entressafra 2000) e solo mantido em pousio de entressafra. As principais variáveis estudadas foram desempenho operacional, uso de energia e consumo de combustível de máquinas de preparo, semeadura e manejo de resíduos; massa e cobertura propiciada por restos culturais; características físicas e químicas do solo; produtividade da soja e custos entre os tratamentos.

4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

4.1 Sustentabilidade na agricultura

A publicação do governo dos Estados Unidos, citada por Ozi (1981), mostrando projeções da precariedade e dificuldade da vida humana em 2000, relatou que: “o mundo de 2000, se continuarem as atuais tendências, será mais aglomerado, mais poluído, menos estável ecologicamente e mais vulnerável à ruptura do que o mundo em que hoje vivemos”. Ainda nessas projeções, em muitas partes do mundo, tornar-se-ia menos produtiva a terra agricultável, haveria deterioração do solo por compactação e salinização em terras irrigadas.

Oliveira et al. (2001), relataram que recentemente tem aumentado a preocupação com a qualidade do meio ambiente, em decorrência do aumento da poluição, da erosão, das áreas degradadas, do empobrecimento da população e do êxodo rural, e à redução das áreas de preservação ambiental, o que tem levado à busca de métodos alternativos mais racionais de exploração agrícola, ou seja, a adoção de uma agricultura sustentável.

Desenvolvimento sustentável é definido como sendo uma estratégia para satisfazer as necessidades do presente, sem comprometer a capacidade de geração futura que atenderá as necessidades de outros (Jongebreur, 2000).

Os principais aspectos tecnológicos do desenvolvimento sustentável incluem intensa redução do uso de energia e matéria-prima, aumento da eficiência dos processos, reciclagem e geração de produtos e tecnologias limpas (Amado, 1999). Para o

autor, as estimativas do crescimento populacional sobre os recursos naturais evidenciam a importância do aumento do rendimento no contexto da agricultura sustentável.

A agricultura cada vez mais integra tecnologias em busca de sistemas de cultivo produtivos e sustentáveis, aliando alternativas de preparo do solo à variedades melhoradas, herbicidas, controle biológico e esquemas de cultivos (rotação, sucessão e culturas de cobertura do solo). Entretanto, independente do agrossistema, mobilizar o solo modifica seu ambiente, promovendo variações de temperatura, oxigênio, água, matéria orgânica e disponibilidade de nutrientes (Colozzi Filho & Andrade, 2001). Puríssimo (1997), atribui a sustentabilidade econômica e ambiental de sistemas agrícolas ao manejo integrado e sensato das práticas de culturas em rotação, fertilizantes, culturas de cobertura morta e conservação do solo, requerendo um maior grau de gerenciamento.

Atualmente, a comunidade científica e a sociedade como um todo tem se voltado para as possíveis conseqüências que o chamado efeito estufa, resultante do aumento da concentração de alguns gases na atmosfera, poderá ocasionar sobre as condições climáticas e sobre a qualidade de vida no planeta. Sistemas de manejo conservacionistas do solo, como o plantio direto, associado ao uso de culturas de cobertura demonstram potencial para recuperar o teor de matéria orgânica e, conseqüentemente, seqüestrar carbono no solo e contribuir para diminuir o efeito estufa (Amado et al., 2001).

Outro fator foi desencadeado pela crise energética da década de 1970, onde o meio rural, que dependia integralmente do óleo díesel como combustível para mover seus tratores, bem como dos demais derivados do petróleo para outras atividades, sofreu um grande impacto (Campani, 1996).

Na agricultura, a utilização de máquinas na execução das mais diversas operações, dentro de uma propriedade rural, visa principalmente a realização de tarefas de uma forma mais rápida, eficiente e com aumento da capacidade individual de trabalho e produtividade (Machado, 2001). As operações de preparo do solo são consideradas, dentro de um sistema de produção, como técnicas de grande importância na agricultura mecanizada (Gamero, 1985). Entretanto, segundo o autor, com a escassez de combustíveis fósseis, torna-se necessário o desenvolvimento de novas técnicas de preparo que proporcionem ao agricultor maiores vantagens econômicas, preservando-se, contudo, o solo como um recurso natural. De

acordo com Kutzbach (2000), na Europa, o custo da mecanização na produção total varia de 18,5% na Itália a 33,5% na Alemanha.

Para alcançar a sustentabilidade agrícola, procura-se alternativas tecnológicas de baixa necessidade energética. Estas incluem sistemas apropriados de produção, espécies ou variedades adequadas ao solo e clima, cultivo conservacionista e de baixo custo, uso correto dos insumos e maximização da utilização dos processos biológicos (Silveira & Moreira, 1996).

Ao longo do tempo, a modernização da agricultura tem exigido máquinas maiores e mais potentes, com o objetivo de obter maior capacidade operacional das operações agrícolas. Contudo, essa modernização tem o propósito de lucros imediatos através de sistemas intensivos e inadequados de preparo pela mecanização pesada, não fazendo um planejamento racional de uso do solo. Com isso, os recursos naturais, especialmente o solo e a água, vêm sofrendo, nos últimos anos, uma acentuada e crescente degradação. Estes sistemas de preparo convencional do solo, caracterizados pela intensa mobilização e desagregação, "ferem" o conceito de desenvolvimento agrícola sustentável, onde, conforme Romeiro (1997), o mesmo deve ser não apenas economicamente eficiente, mas também ecologicamente prudente e socialmente desejável.

4.2 Manejo do solo

O sistema solo-planta-atmosfera, em condições reais de campo, é definido, classicamente, como um sistema biofísico aberto, onde isoladamente cada um dos três componentes congregam, em condições naturais, complexos fenômenos de modificações. Todas as reações, seja de natureza química, física ou biológica, ocorrem de uma forma dinâmica e equilibrada, quando à mercê da natureza. No entanto, quando sofrem a interferência do homem, verificam-se reações e modificações de alto significado, quer benéfico ou maléfico ao sistema (Daniel, 1981).

De acordo com Rotstein (1996), os solos agricultáveis correspondem a cerca de 3 bilhões de hectares no planeta. Os melhores solos já estão sendo aproveitados, restando solos de baixa fertilidade, com problemas de regularidade pluvial, facilidade de irrigação, etc. Cerca de um quinto dos solos agricultáveis do planeta é afetado pela

desertificação, em virtude, inclusive, da erosão pelos ventos e redução da umidade.

Os sistemas de manejo do solo são classificados por Dallmeyer (2001) como intensivo (convencional com arados e grades), mínimo ou reduzido e plantio direto, sendo os dois últimos denominados também de manejos conservacionistas. No sistema de preparo reduzido, utilizam-se equipamentos de hastes, tais como escarificadores. Para Siqueira (1999), a mecanização agrícola é um importante componente básico na maioria das estratégias de desenvolvimento rural e no aumento da produtividade da mão-de-obra. No entanto, sua introdução maciça, sem qualquer adaptação prévia aos diferentes tipos de solos pode ocasionar rápida e contínua degradação desse recurso natural.

4.2.1 Preparo do solo

O preparo do solo representa uma operação básica na agricultura, caracterizado por objetivos complexos e grande número de métodos, sendo que, em muitos casos as práticas de preparo são influenciadas mais pela tradição do que por um critério racional (Gamero, 1989).

O preparo do solo para a semeadura constitui-se uma das etapas de maior demanda de energia e tempo dos agricultores. No Estado de São Paulo são preparados de 6 a 7 milhões de hectares para implantação de culturas anuais e temporárias. Os propósitos de tal prática são os de manter o terreno livre de plantas daninhas, permitir a incorporação dos fertilizantes, da localização uniforme da semente, da rápida germinação e de um bom desenvolvimento inicial da cultura (Castro, 1990).

Para Lal (1991), o preparo do solo compreende um conjunto de técnicas que, usadas racionalmente, podem permitir altas produtividades das culturas a baixo custo. Irracionalmente utilizadas, as técnicas de preparo do solo podem levar à destruição do mesmo. Nesse sentido, Furlani (2000) comenta que a escolha de um sistema de preparo é extremamente difícil, principalmente devido às variações dos diversos tipos de solos, teores de água, coberturas vegetais sobre a superfície, culturas a serem implantadas, níveis tecnológicos e métodos de conservação. De acordo com Gamero et al. (1995), além de preservação do solo e do oferecimento de condições para desenvolvimento das plantas, o preparo deve ser eficiente quanto ao requerimento de energia.

A definição de operação de preparo é apresentada pela ASAE (1982), como sendo a manipulação mecânica do solo pela ação dos órgãos ativos dos equipamentos, objetivando fornecer condições mínimas necessárias para o desenvolvimento e produção das culturas nele implantadas. Segundo Balastreire (1987), o preparo periódico envolve diversas operações de movimentação do solo, para a instalação periódica de culturas.

O preparo periódico do solo é a operação que mais consome energia, sendo na maioria das vezes realizada de forma abusiva e sem critérios racionais. O tráfego e o uso intensivo de máquinas e implementos agrícolas no processo produtivo, tem acarretado excessiva mobilização do solo, degradando suas propriedades físicas e introduzindo a compactação (Salvador, 1992). Marques (1999), considerando as operações de preparo do solo e semeadura do milho, constatou que no preparo convencional (uma gradagem aradora seguida por uma grade destorroadora-niveladora) houve um aumento no consumo de combustível por área trabalhada de 5,12; 2,61 e 2,91 vezes, comparado aos sistemas de plantio direto: manejo da cobertura com herbicida seguido de semeadura; manejo com rolo faca seguido de semeadura e manejo com triturador de palha seguido de semeadura, respectivamente. Essa maior diferença representa uma economia de 81%, com o emprego do plantio direto ao invés do convencional. Levien (1999) constatou que o plantio direto e o preparo reduzido, ambos manejos conservacionistas, mostraram uma economia de 90 e 45% de combustível, respectivamente, em relação ao convencional composto por uma aração e duas gradagens.

Segundo ASAE (1984), o preparo periódico do solo pode ser dividido em primário e secundário. O preparo primário é aquele realizado deslocando e destorroando o solo, diminuindo sua resistência mecânica, enterrando ou misturando materiais vegetais e fertilizantes na camada arável. Este preparo primário é mais agressivo, profundo e deixa uma superfície mais rugosa que no preparo secundário.

Sendo assim, o preparo do solo pelo método convencional normalmente é realizado em duas etapas. Na primeira, mobiliza-se o solo em profundidades de até 30 centímetros com arados (disco ou aiveca) ou grades pesadas. Na segunda etapa, a mobilização do solo é mais superficial, geralmente em torno de 15 centímetros, com uma ou mais passadas de grade niveladora (Ortiz-Cañavate, 1980). No entanto, denominar um método de preparo do solo simplesmente como convencional é inadequado, pois essa conceituação é

muito vaga, uma vez que, na bibliografia, encontram-se vários tipos de preparo do solo assim designados, tratando-se da nomenclatura dada ao sistema mais empregado pelos agricultores na região de origem dos trabalhos sobre o assunto (Benez, 1972). A exemplo desse comentário, Tullberg et al. (2001) relataram que o manejo convencional do solo no Norte da Austrália é um preparo conservacionista denominado “stublle-mulch”; Derpsch et al. (1991) relataram que no Norte do Paraná entende-se por preparo convencional, uma aração com arado de discos, seguida por operações com grade leve; Scaléa (1997), mencionou o uso da grade aradora ou média no preparo periódico primário no manejo convencional na Região Centro-Oeste do Brasil.

O efeito da mobilização do solo é preponderante sobre o efeito de sistemas de culturas em relação as características do solo. A incorporação total dos resíduos pelo revolvimento, expõe o solo à erosão, a variação de temperatura e umidade e provoca a redução no teor de carbono orgânico total e nitrogênio total (Mielniczuk, 1994). Mc Creery & Nichols (1956) relataram que os discos estão entre as principais ferramentas utilizadas em equipamentos para preparo do solo e que esses penetram, rompendo o solo através do corte e, principalmente pela pressão, esboroando-o, invertendo-o e promovendo o seu deslocamento lateral. No trabalho realizado por Gabriel Filho (1998) em um solo com textura argilosa, inicialmente com 91,5% de cobertura de vegetação espontânea, obteve-se após a aração com arado de disco com bordos lisos média de 13,25% de cobertura.

Existe uma dificuldade em realizar o preparo nos solos argilosos, pois estes possuem natureza plástica e pegajosa, que são propriedades físicas primárias que os tornam de difícil manejo. Além disso, o intervalo de umidade do solo apropriado para o bom desempenho operacional das máquinas é muito pequeno (Ross et al., 2001). Segundo Novak et al. (1989) deve-se dar atenção especial ao teor de água no solo para se realizar o preparo deste. Os autores constataram em Latossolo Vermelho-escuro Álico, textura muito argilosa, que uma variação de 30 $g.kg^{-1}$ no teor de água, resultou em diferenças significativas na densidade do solo, submetido a tráfego de máquinas. Para Levien (1999) os trabalhos de preparo de solo, em um Nitossolo Vermelho distrófico, textura muito argilosa, com limite de plasticidade (LP), calculado em 340 $g.kg^{-1}$, deveriam preferencialmente ser realizados quando o teor de água estivesse na faixa de 260 à 340 $g.kg^{-1}$.

A ASAE (1996) relacionou a força de tração requerida por grades com a massa total da grade e a textura do solo. De acordo com os dados, a força de tração (N) requerida varia de 7,8 a 14,7 vezes a massa da grade (kg), passando de solo com textura arenosa para argilosa.

Cobo (1988) apresentou uma estimativa de força de tração de grades em função da largura de corte da mesma. De acordo com o quadro apresentado pelo autor nas grades de simples ação, o requerimento de tração varia de 0,7 a 1,5 $kN.m^{-1}$; nas grades de dupla ação (tandem), o requerimento de tração varia de 1,5 a 4,1 $kN.m^{-1}$ e nas grades de dupla ação (excêntrica), o requerimento de tração varia de 3,6 a 5,8 $kN.m^{-1}$.

4.2.2 Compactação do solo

Entende-se por camada de solo compactada, a faixa de seu perfil que em sua extensão superficial ou subsuperficial, apresenta, devido à uma carga de compressão mecânica, um valor de densidade do solo maior que em seu estado natural, o que difere de uma camada adensada face ao seu material de origem (Daniel & Maretti, 1990).

Sabe-se que um solo pode ser quimicamente bom, mas se o mesmo apresenta compactação, as plantas não se beneficiam adequadamente dos nutrientes, uma vez que o desenvolvimento de novas raízes fica prejudicado, pois nelas ocorre a maior taxa de absorção (Voltan et al., 2000). Esses autores verificaram em soja, diminuição do número de folhas, área foliar, altura de planta e peso de matéria seca das raízes e do caule, com o aumento da densidade do solo.

Dragui et al. (2001) concluíram que a presença de cobertura no solo diminuiu a susceptibilidade deste à compactação induzida por tráfego de máquinas, comparado com solo desnudo.

Martucci (1985) separou as operações de descompactação do solo em subsolagem e escarificação, distinguindo as duas através da profundidade de atuação do implemento; sendo considerada escarificação, a operação realizada até 30 cm de profundidade e abaixo dessa, subsolagem.

O escarificador é o equipamento que apresenta menor influência na formação de camadas compactadas, resultando em preparos com menor densidade, sendo uma

alternativa na eliminação da compactação (Balbuena et al., 1996).

A descompactação do solo para implantação do plantio direto é uma prática considerada como pré-requisito para este sistema. A escarificação do solo tem sido uma prática utilizada, a certo intervalo de tempo, para diminuição dos efeitos negativos do tráfego de máquinas no sistema plantio direto. No entanto, Tavares Filho et al. (2001), avaliando, em dois anos, a evolução da resistência à penetração em um solo argiloso sob plantio direto, verificaram haver uma neutralização dos efeitos da descompactação mecânica. Nesta mesma linha de pesquisa, Pontes et al. (2001) constataram que a escarificação do solo, em área de plantio direto já estabelecido, trouxe apenas efeito imediato na produtividade da soja, não havendo diferença na produtividade, em solo escarificado há dois anos e plantio direto iniciado sem escarificação. Também em área de plantio direto, Marques et al. (2001), relataram que a escarificação (24 cm de profundidade), realizada na safra de 1999, não contribuiu para a uma maior formação da cobertura do solo na entressafra de 2000, possivelmente pela rusticidade dos sistemas radiculares da aveia preta e das vegetações espontâneas, e/ou pela diminuição do efeito residual da escarificação, já nessa entressafra. Levien (1999), analisando a variação do perfil superficial do solo, constatou que, antes da colheita, o perfil do solo, encontrava-se praticamente no mesmo patamar que o inicial, ou seja, antes do preparo com escarificador. Esse autor relatou que a porosidade criada pela ação das hastes escarificadoras foi praticamente eliminada, apenas com a operação de semeadura e impacto das gotas de chuva. Furlani (2000), realizando a mesma análise de perfil superficial do terreno, obteve na avaliação após a colheita do feijão, perfil superficial abaixo do encontrado antes do preparo com escarificador. Acrescentando, assim, o efeito da operação de colheita.

Torres & Saraiva (1998a), um ano após a escarificação em Latossolo Roxo, verificaram que a sua densidade aumentou de 1,16 para 1,24 $g.cm^{-3}$ a 15 cm de profundidade.

Li et al. (2001), avaliando o efeito do tráfego de máquinas e da cobertura do solo por resíduos vegetais na infiltração de água (chuva simulada) em solo argiloso, concluiu que: a) o tráfego da roda tem um efeito significativo na infiltração comparado com superfície não trafegada; b) o aumento da patinagem das rodas motrizes do trator promoveram redução na infiltração, não havendo maior influência após os 10% de

patinagem; c) a cobertura do solo por resíduos (em %), não influenciou a infiltração de água no solo trafegado, mas teve um efeito substancial em solo não trafegado. Os autores estabeleceram uma regressão linear simples (R^2 = 0,98) que a cada 1% de aumento na cobertura vegetal do solo não trafegado, resultou em incremento de 0,66 $mm.h^{-1}$ na infiltração de água no solo.

Tullberg et al. (2001) concluíram que a combinação de plantio direto com tráfego controlado proporcionou redução da enxurrada anual em 100 mm (46%) quando comparado com solo trafegado e preparo conservacionista ("stublle-mulch" - manejo mais empregado no Norte da Austrália).

Acharya & Sharma (1994), estudando o efeito do plantio direto sobre a compactação do solo, observaram que este sistema aumentou a compactação superficial, mas nos tratamentos em que foi deixada uma grande quantidade de cobertura vegetal, este efeito não foi observado.

A resistência do solo à penetração é uma das características que melhor representam as condições de desenvolvimento das raízes das plantas (Tormena & Roloff ,1996). Culley et al. (1987), observaram que a resistência à penetração foi um indicador mais sensível dos efeitos do tráfego que a densidade do solo, os resultados obtidos por Levien (1999), confirmam essa sugestão. Por outro lado, mudanças na resistência do solo à penetração causadas por deslocamento de máquinas agrícolas dependem do teor de água do solo no qual estas ocorrem (Thangavadivelu, 1994).

No trabalho realizado por Gonçalves (1999), em área com sistemas de cultivo implantados há 12 anos, observou-se que a resistência do solo à penetração foi maior no plantio direto até 15 cm de profundidade, igualando-se ao convencional a partir dessa profundidade. No entanto, o comprimento total de raízes de milho, avaliado pelo autor nas camadas de 0 à 10 cm, de 10 à 20 cm e de 20 à 30 cm, foi maior no plantio direto.

Beutler & Centurion (2001) verificaram o efeito do teor de água e da resistência do solo à penetração sobre o desenvolvimento da cultura da soja. Para isso, em solo Latossolo Vermelho (517 $g.kg^{-1}$ de argila), aplicaram os tratamentos: teor de água 200 $g.kg^{-1}$ associado as resistências à penetração 0,64; 3,37 e 5,84 MPa e teor de água 262 $g.kg^{-1}$ associado as resistências à penetração 0,36; 2,03 e 3,76 MPa. Os autores observaram que no menor nível de umidade, 200 $g.kg^{-1}$, houve redução da altura das plantas, que ocorreu a partir

de 0,64 MPa. No maior nível de umidade, a produção de matéria seca foi inferior no menor nível de resistência à penetração. Franco et al. (2001) obtiveram correlação negativa entre a massa de matéria seca da parte aérea da soja e a compactação do solo, com coeficiente de correlação igual a – 0,87.

Avaliando mudanças na propriedade física do solo em função do manejo, Eltz et al. (1989), depois de sete anos e Blevins et al. (1993) depois de dez anos, não encontraram diferenças na densidade e na porosidade do solo, comparando plantio direto e preparo convencional. Riera (1998) não observou diferença na resistência do solo à penetração entre solo em preparo convencional por período de 20 anos e primeiro ano de plantio direto iniciado sem escarificação.

No segundo ano da implantação dos sistemas de manejo em solo muito argiloso, Levien (1999) constatou que até 21 cm de profundidade, a resistência do solo à penetração foi superior no plantio direto em relação ao preparo convencional e ao reduzido. Este último, dos 24 aos 36 cm, apresentou os menores valores; houve aproximação da resistência à penetração nos diferentes sistemas a partir desta profundidade. Na seqüência deste estudo de manejo do solo, Furlani (2000) observou maiores valores de resistência à penetração no plantio direto até 18 cm de profundidade; dos 21 aos 36 cm, menores valores para solo escarificado, não havendo diferença abaixo desta profundidade. Levien (1999) constatou ainda que a mata nativa (mais de 50 anos) apresentou menores valores de resistência do solo à penetração apenas até 12 cm, tendo valores iguais ou superiores aos manejos, a partir da mesma. Rosolem et al. (1994), em trabalho onde foram estudados níveis de compactação, verificaram que porções de solo compactados na superfície reduziram em 15% a produção de soja, enquanto porções de solo compactados em subsuperfície provocaram redução na altura das plantas.

4.2.3 Preparo conservacionista

A humanidade evoluiu, e com ela, o processo de revolvimento do solo, atingindo um grau máximo. Neste ponto iniciou-se uma reflexão em torno das alterações promovidas, as quais estavam levando os solos agricultáveis a um estágio de difícil recuperação (Benez, 1980). Segundo o autor, o preparo do solo para a instalação das culturas

atingiu o máximo de mobilização na década de 1940, quando alguns pesquisadores começaram alertar quanto aos perigos advindos destas técnicas.

Os métodos de preparo do solo introduzidos por colonizadores europeus no Brasil, enterrando os resíduos vegetais e deixando a superfície do solo desnuda por vários meses, podem ser vantajosos para uma semeadura sem impedimento mecânico do solo aos mecanismos sulcadores da máquina, porém, são inadequados para o relevo e condições pluviométricas existentes no ambiente tropical e subtropical (Derpsch et al., 1991).

Modernamente, tem-se voltado os olhos para outros objetivos a serem perseguidos no preparo do solo que não apenas as metas de produtividades. A noção da rápida degradação do solo no mundo, nas últimas gerações, entre outros fatores, é que trouxe outros enfoques a serem observados no planejamento das operações de preparo (Dallmeyer, 1990). O alto custo dos combustíveis e das máquinas, principalmente dos tratores, mesmo daqueles de menor potência, passou a exigir técnicas de gerenciamento do serviço da maquinaria agrícola voltadas à minimização de energia. Devido a esses custos, as operações motomecanizadas devem ser adequadamente planejadas, de forma a compatibilizar as exigências agronômicas a uma otimização no uso da energia requerida para executar tais operações (Silva, 1997). O adequado dimensionamento dos conjuntos moto-mecanizados, o aumento da utilização de mão-de-obra, a redução de uso de fertilizantes, com adequadas alternativas produtivas, e o cultivo mínimo, são algumas práticas recomendadas por Pimentel et al. (1973), no sentido de diminuir a utilização de insumos energéticos, preparando a agricultura e a sociedade para quando aqueles tornarem-se escassos por motivos dos mais variados.

Os fatores que afetam a erosão hídrica superficial do solo são: a hidrologia; a topografia; a erodibilidade, o preparo e a cobertura do solo; a incorporação de resíduos; e o efeito das raízes das plantas, entre outros (Foster, 1982). Sendo assim, os sistemas de preparo, podem contribuir em pelo menos três aspectos no controle da erosão: pela quantidade de resíduos que permanecem na superfície após o revolvimento; pelo efeito da rugosidade superficial que contribui para o aumento da infiltração e redução da enxurrada e; criando condições favoráveis para a infiltração da água no perfil (Merten, 1997). Em inúmeras situações, o não aproveitamento de resíduos vegetais, animais e industriais, bem como a não utilização de espécies de plantas de cobertura, melhoradoras e recuperadoras de solos

conduzidos em adequados e ordenados sistemas de rotação de culturas, muitas vezes tem contribuído para um processo mais acelerado de degradação do potencial produtivo dos solos agrícolas (Calegari, 1999). Neste contexto de ausência de métodos adequados de manejo do solo e das culturas, as máquinas agrícolas têm sido consideradas como responsáveis pela expansão das áreas degradadas. Porém, não tem sido observada a tecnologia apropriada ao tipo de solo (Corrêa, 1989). O termo preparo conservacionista é usado para descrever uma variedade de práticas que promovem melhor proteção do solo (Tullberg et al., 2001).

Segundo Levien (1999), na conceituação de preparo mínimo ou preparo reduzido no início dos anos 60, levava-se em conta apenas a redução da mobilização do solo e do tráfego de máquinas, mas com o passar dos anos, cada vez mais se deu importância aos resíduos culturais que permaneciam na superfície do solo. Nos anos 80, o preparo conservacionista foi definido como um sistema que proporcionasse, pelo menos, 30% de cobertura da superfície por resíduos culturais após a semeadura. Já nos anos 90, a consideração da declividade do terreno e do tipo de solo passou a definir preparo conservacionista como um sistema que deixava uma quantidade de resíduos sobre a superfície, suficiente para protegê-lo da erosão durante todo o ano. Lombardi Neto (1994) relatou que a cobertura do solo atua exatamente no ponto inicial do processo erosivo, evitando distúrbios mais sérios na estrutura do solo, ou pela interferência no impacto das gotas de chuva sobre a superfície, ou pela redução da velocidade do escorrimento superficial através do aumento da rugosidade do terreno e da presença de pequenos obstáculos formados pela cobertura vegetal.

De acordo com Benez (1972), o principal objetivo do “cultivo mínimo” é a mínima manipulação possível do solo para uma satisfatória semeadura ou plantio, germinação, lotação, crescimento e produção de uma cultura. As mais freqüentes tentativas neste campo têm sido eliminar ou reduzir a severidade de algumas operações, assim como diminuir o tráfego do trator no solo cultivado. Para Furlani et al. (2001), os implementos de preparo do solo são vários e a partir destes existe a possibilidade de se compor métodos de trabalhar o solo com o mínimo de destruição do mesmo; concordando com Gamero (1989), que concluiu que diferentes sistemas de preparo do solo, utilizando diferentes combinações de equipamentos, apresentam distribuição de agregados semelhantes.

Castro (1990) relata, que na década de 80 alguns agricultores paulistas vinham procurando reduzir o preparo do solo para economizar tempo, trabalho e energia, além de diminuir os problemas de erosão.

Devido à grande importância dada atualmente ao uso de energia nos sistemas produtivos, principalmente nos países desenvolvidos, diversos trabalhos vêm sendo realizados com a finalidade de racionalizá-los e com o intuito de se obter parâmetros que possam ser utilizados para melhor planejar as atividades produtivas (Dallmeyer, 1990).

Silva (1997), em experimento realizado em Nitossolo Vermelho-distrófico, obteve valores médios de força de tração de 39,80; 35,93; 38,30 e 37,23 kN com escarificador de sete hastes conjugado com rolo destorroador-nivelador, trabalhando a cerca de 21cm de profundidade, respectivamente para as velocidades de deslocamento de 2, 3, 4 e 5 $km.h^{-1}$. Marques et al. (1999a) e Levien (1999) com mesmo equipamento agrícola, obtiveram média de valores de 315 e 304 N por centímetro de profundidade por haste, respectivamente. Nos resultados de Levien (1999), verifica-se a maior força de tração por área mobilizada (7,86 $N.cm^{-2}$) nessa operação conjudada (escarificador + rolo) em comparação com a aração (5,02 $N.cm^{-2}$); nos resultados de Marques et al. (1999a) não foram observadas diferenças significativas na escarificação, quanto à influência do manejo da cobertura vegetal do solo anterior a esse preparo, apresentando médias gerais de capacidade de campo teórica, força de tração e potência média na barra de tração, consumo de combustível e demanda de energia por área trabalhada e patinagem das rodas traseiras, respectivamente de 0,782 $ha.h^{-1}$, 46,87 kN, 27,9 kW, 18,48 $L.ha^{-1}$, 41,0 $kWh.ha^{-1}$ e 41,7 %. Essa força de tração de 46,87 kN, encontra-se bem acima dos valores obtidos por Salvador et al. (1993), Serpa & Magalhães (1997) e Secco & Reinert (1997), podendo ser explicada por fatores diferenciais tais como teor de água no solo, granulometria, profundidade e largura de trabalho.

Silva et al. (2001) obtiveram valor de força de tração média de 22,81 kN para escarificador com sete hastes e profundidade de trabalho de 25cm, correspondendo a 130 N por centímetro de profundidade por haste, num Latossolo Roxo com teor de água de 390 $g.kg^{-1}$.

4.2.4 Plantio direto

Foi convencionado pela Federação de Associações de Plantio Direto na Palha que, apesar de a operação executada ser uma semeadura, a denominação do sistema como um todo seria Plantio Direto (Dallmeyer, 2001).

O plantio direto é um sistema de manejo da produção agrícola onde a semeadura é realizada com revolvimento mínimo do solo, preservando-se a cobertura vegetal de culturas anteriores sobre a superfície, sendo o sistema mais apropriado para a produção agrícola em clima tropical (Araújo et al., 2001). Recomenda-se que o sulco seja o menor possível, porém com tamanho suficiente para adequada cobertura, contato das sementes com o solo e separação destas do fertilizante. Outro aspecto importante no plantio direto relativo ao ambiente das sementes, é a cobertura com palha do sulco de semeadura para evitar a perda de água do solo e o encrostamento superficial. O ideal seria que após a semeadura não fosse possível observar nenhum vestígio do sulco formado pela semeadora (Siqueira et al., 2001).

Os benefícios que os resíduos vegetais, quando mantidos na superfície do solo, proporcionam na diminuição das perdas de água e solo pela proteção que exercem contra a ação desagregadora do impacto das gotas de chuva e por se constituírem em barreira física à enxurrada, foram mostrados por vários autores, entre eles Amado et al. (1989), Carvalho et al. (1990) e McGregor et al. (1990). Levien et al. (1990) relatou que a cobertura do solo com plantas (cobertura viva) ou com resíduos vegetais (cobertura morta) é o fator principal na proteção do solo contra o impacto das gotas de chuva. Associados aos aspectos de proteção do solo, as coberturas mortas reduzem a intensidade da população de plantas daninhas, segundo diversos autores citados por Fornarolli et al. (1998).

Sidiras & Pavan (1986) obtiveram menores temperaturas do solo nas profundidades de 3 e 6 cm no plantio direto e solo com cobertura permanente por resíduos vegetais na superfície, comparados a solo preparado para plantio convencional. Neste tratamento, as temperaturas registradas às 14 horas num dia de verão, foram próximas a 40ºC no plantio convencional e inferiores a 35ºC e 30ºC, respectivamente, no plantio direto e cobertura permanente. De acordo com Morete et al. (1990), o solo com cobertura vegetal morta e irrigação não apresentou diferenças expressivas nas médias semanais de temperatura

das 9 horas, enquanto as médias obtidas às 15 horas apresentaram diminuição de até 8ºC pela manutenção da resteva do trigo na superfície do solo, em comparação com o solo descoberto.

Na cultura do feijão (*Phaseolus vulgares*) em preparo convencional do solo, Encide et al. (2001) obtiveram valores de temperatura do solo a 5 cm de profundidade, de 30, 42 e 37 ºC, respectivamente para as 8, 14 e 16 horas do dia 27/11/1999. Valores esses que passaram para 26,6; 40,0 e 40,6ºC no dia 06/01/2000.

Segundo Hernani & Salton (1997), o sistema plantio direto baseia-se em sistemas de rotação de culturas e caracteriza-se pelo cultivo em terreno coberto por palha e em ausência de preparo do solo, por tempo indeterminado. Nesse sistema, utilizam-se semeadoras específicas para o corte da palha, abertura de pequeno sulco e deposição de sementes e adubos. Realizam-se controle químico das plantas daninhas e um conjunto de outras práticas conservacionistas, que permitem manter uma cobertura vegetal morta sobre o solo em quantidade e qualidade adequada para, enfim, melhorar a sustentabilidade de todo ecossistema.

Uma das críticas apontadas ao plantio direto é que exige maior consumo de herbicidas do que o convencional, o que torna o sistema mais oneroso. Esse maior consumo advém da substituição do preparo mecânico do solo pela operação de manejos químicos das plantas infestantes e os cultivos por herbicidas.

As áreas em sistema de plantio direto no Estado de São Paulo eram relativamente reduzidas em relação aos demais estados da região Sul, o que, todavia, vem apresentando expressivo aumento nos últimos anos. Segundo Meirelles (2000), a área de plantio direto para este Estado já passou de 348.000 hectares em 1998/1999 para 601.400 hectares em 1999/2000.

4.3 Manejo das plantas de entressafra

A manutenção de resíduos na superfície do solo, provenientes de restos de culturas e/ou adubos verdes, é uma das formas de manejo que pode diminuir a erosão, impedindo, em sua fase inicial, a desagregação da estrutura do solo devido ao impacto das gotas de chuva. Para Miyasaka (1984), a formação da cobertura vegetal sobre o terreno,

com finalidade de proteção superficial do solo, não precisa ser necessariamente pela introdução e cultivo de uma dada espécie.

O sistema plantio direto, com pousio na entressafra para formação de cobertura vegetal morta, era denominado na região do Cerrado brasileiro como “direto no mato”. O sistema apresenta complicações como a perenização de algumas espécies, abundante produção de sementes por outras, formação de cobertura vegetal com vários estratos, dificultando a pulverização e a deposição da calda (Scaléa, 1997). De acordo com este autor, o manejo de plantas de cobertura nessa região evoluiu com o aparecimento de cultivares de soja mais precoces possibilitando a exploração de uma segunda cultura de verão, a chamada safrinha e, posteriormente, com o milheto, sendo esta uma espécie que produz grande quantidade de massa seca para a cobertura e tem se adaptado bem na integração agropecuária.

Gonçalves (1999), em Botucatu-SP, não constatou aumento na produção de matéria seca vegetal sobre o solo, no manejo da cobertura do solo de entressafra em plantio direto e convencional, com a introdução das culturas do milheto, tremoço branco e nabo forrageiro. Esta última apresentou menores valores de cobertura que o tratamento em pousio.

Segundo Skora Neto (1998), o pousio invernal apresenta o inconveniente de aumentar a densidade de plantas daninhas na área, devido a produção de sementes pelas infestantes, elevando o banco de sementes do solo.

O manejo das plantas de cobertura do solo pode ser efetuado por métodos químicos e mecânicos. Dentre os métodos mecânicos, destacam-se a utilização de roçadora, rolo-faca, grade de discos e triturador de palhas (Siqueira et al., 1997). O manejo mecânico de plantas de cobertura, normalmente é efetuado no estágio em que estas não possuem sementes viáveis. Apresenta como vantagens o não uso de produtos químicos para dessecação e deixa as plantas em fragmentos menores sobre o solo, o que facilita posteriormente a operação de semeadura. Como as principais desvantagens pode-se citar o tráfego causado pelos rodados do trator sobre o solo, bem como uma aceleração na decomposição das plantas fragmentadas, o que pode não ser desejável em algumas situações (Levien et al., 2001).

Santos et al. (1998) não observaram diferença entre a utilização

do triturador de palhas e do rolo faca no manejo da vegetação espontânea de uma área em pousio, quanto à matéria seca da cobertura vegetal após a semeadura e teor de água do solo no florescimento. Já Gamero et al. (1997), concluíram que o manejo da cultura da aveia preta com rolo-faca proporcionou maior quantidade de matéria seca, maior porcentagem de cobertura do solo originada pelos resíduos de aveia e menor cobertura do solo originada pelas plantas invasoras, quando comparado ao manejo com triturador de palhas, após 75 dias do manejo. Sendo assim, estes autores relatam que as diferentes formas de manejo dessas coberturas vão influenciar na velocidade de decomposição desse material, pois aquele mais fragmentado e em maior contato com o solo tende a sofrer decomposição microbiana mais acelerada (Gamero et al., 1997), concordando com Grego (1999) e Marques (1999) e discordando dos resultados de Pontes (1999) e Mello & Yano (1998). Estes, comparando a fragmentação do guandu com roçadora, rolo faca e triturador horizontal e duas doses de fertilizante nitrogenado, verificaram que os três equipamentos proporcionaram a mesma velocidade de decomposição das palhas e que as dosagens do nutriente utilizadas não influenciaram no processo de decomposição.

Araújo et al. (1993) relatam que o manejo mecânico da vegetação pode ser realizado pelo corte total de massa vegetal ou simplesmente pelo acamamento e seccionamento dos canais internos de fluxo de seiva, resultando na morte das plantas, em ambos os casos. No primeiro caso, o material perde umidade e se decompõe com maior rapidez e a operação de preparo primário do solo (aração) fica facilitada. O segundo caso é recomendado para o manejo de plantas formadoras de cobertura morta, quando se deseja realizar o plantio direto, pois a palha seca e presa ao solo reduz o número de embuchamentos no plantio.

O rolo faca é um equipamento cuja função principal é promover o pré-acamamento e picamento de massas vegetais (Gadanha Júnior et al., 1991). De acordo com Casão Júnior et al. (1989), existe uma relação positiva entre a energia cinética e a porcentagem de corte da vegetação. A equação para o cálculo da energia cinética, mostrada por estes autores, indica que ela, aumenta com o aumento do raio, da densidade e do comprimento do rolo, velocidade de deslocamento do rolo, da altura das facas e o ângulo formado pela projeção das facas no eixo do mesmo. A velocidade de deslocamento do rolo-faca foi a que mais contribuiu para o aumento da energia cinética.

Marques (1999), comparando diferentes métodos de manejo da vegetação espontânea, concluiu que, em se tratando de consumo de combustível e tempo, o manejo com herbicida foi o que apresentou os melhores resultados, por apresentar a maior largura da faixa de trabalho (12 m), em comparação com o rolo faca (2 m), roçadora (1,50) e triturador de palhas (2,3 m). No entanto, o autor relata que o uso desses equipamentos de manejo mecânico em área de pousio, promovem a homogeneização da cobertura, beneficiando a pulverização.

Boller et al. (1993) avaliaram o desempenho de um conjunto trator – triturador de palhas na trituração de plantas de centeio com 9,36 $t.ha^{-1}$ de matéria seca. Os tratamentos combinaram três marchas e duas rotações do motor, resultando em velocidades operacionais que variaram de 3,87 a 7,05 $km.h^{-1}$. Os resultados de consumo efetivo de combustível variaram de 4,80 a 5,88 $L.ha^{-1}$. Os autores concluíram que o consumo efetivo de combustível por unidade de área trabalhada ($L.ha^{-1}$) foi menor na marcha mais veloz e na menor rotação do motor e que a operação do conjunto, na marcha mais veloz, apresentou maior eficiência energética, maior capacidade de trabalho e não prejudicou a qualidade de trabalho do triturador de palhas. Esta faixa de consumo de combustível, encontra-se abaixo dos resultados obtidos por Pontes (1999), Marques (1999), Levien (1999) e Furlani (2000), que utilizaram trator de potência mais alta, concordando com os dados mostrados por Cordeiro e Benez (1988).

No manejo da cobertura, a má distribuição dos resíduos causa efeito sobre a incidência de plantas daninhas (Derpsch et al., 1991). Apesar do triturador de palhas tratorizado proporcionar uniforme distribuição do material vegetal em toda a sua largura de trabalho, cuidados nessa operação devem ser tomados, para que as lâminas não atinjam o solo, expondo-o, favorecendo a emergência de plantas daninhas, além de gerar elevados picos de torque, por esse impacto com o solo (Levien et al., 1998 e Marques, 1999).

4.4 Semeadora-adubadora

As semeadoras foram as máquinas que mais sofreram modificações para operação no plantio direto, devido à necessidade de realizar o corte da cobertura vegetal, a penetração do sulcador para abertura de um sulco estreito no solo não

mobilizado e o fechamento do sulco com solo e palha. Para isso, passaram a incorporar novos componentes de mobilização do solo, como discos de corte, hastes sulcadoras, discos duplos, rodas controladoras de profundidade, discos ou rodas aterradoras e rodas compactadoras (Siqueira et al., 2001b).

Avaliando o efeito de mecanismos rompedores ou sulcadores para deposição de adubo de semeadoras-adubadoras em plantio direto, Mello et al. (2001) constataram melhor efeito no rompimento da compactação superficial do solo para haste comparada ao disco duplo.

Levien (1999), após a semeadura de milho a 90 cm entre linhas (utilizando discos duplos concêntricos na deposição de adubo), obteve valores médios de 9, 60 e 94% de cobertura do solo por resíduos, respectivamente para semeadura em preparo convencional, reduzido e plantio direto, valores que se elevaram quando desconsiderados os tratamentos de pousio com herbicida (sem cobertura). Também nestes sistemas de manejo do solo, obteve força de tração específica (kN por linha de semeadura) de 1,94; 2,14 e 1,68 kN respectivamente. Levien et al. (1999) não constataram diferenças significativas entre o esforço de tração requerido na semeadura de milho, em solo argiloso, preparado convencionalmente, por escarificação e plantio direto, empregando uma máquina dotada de sulcadores para adubo tipo facão, sendo que os valores variaram de 3,24 à 3,64 kN por linha, independente do manejo da vegetação e dos resíduos culturais empregados no plantio direto.

Esses autores, também constataram maior patinagem das rodas motrizes traseiras do trator, na operação de semeadura em solo preparado convencionalmente e solo escarificado, comparado a semeadura no sistema plantio direto, com vegetação espontânea de entressafra manejada com rolo faca, o que influenciou a capacidade de campo (média de 2,1 $ha.h^{-1}$); o consumo de combustível em função da área trabalhada e a demanda de energia na operação de semeadura não diferiram entre os tratamentos empregados, apresentando médias gerais de 5,90 $L.ha^{-1}$ e 13,1 $kWh.ha^{-1}$, respectivamente. Marques et al. (1999b) na semeadura de milho a 90 cm entre linhas (utilizando discos duplos concêntricos na deposição de adubo), obtiveram diferenças significativas entre a semeadura em plantio direto e no convencional, apresentando este último maior força de tração, 9,17 contra 8,17 kN (média dos tratamentos em plantio direto), maior consumo de combustível em função da área trabalhada, 7,30 contra 6,45 $L.ha^{-1}$ (média dos tratamentos em plantio direto) e menor

capacidade de campo teórica, 1,45 contra 1,52 $ha.h^{-1}$ (média dos tratamentos em plantio direto).

Justino (1999) obteve índice de manutenção de cobertura do solo entre 93 e 94% com velocidades de deslocamento variando entre 4,9 e 7,8 $km.h^{-1}$, o que representava cerca de 85% de cobertura do solo após a semeadura do milho.

A força de tração máxima (pico) deve-se à irregularidades e desuniformidades do terreno, à diferenças de profundidades de semeadura, embuchamentos momentâneos ou mesmo devido à diferenças de resistência do solo ao corte (Silva, 2000). O autor obteve valores desta variável entre 20 a 29% superiores aos valores da força de tração média. Constatou ainda, na semeadura de milho, maiores valores de força de tração máxima na semeadura realizada na maior velocidade de deslocamento e para a semeadora equipada com mecanismos sulcadores do tipo haste. Segundo o autor, este fato pode ser explicado pela maior profundidade de trabalho e maior mobilização do solo causada por este mecanismo. Os maiores valores encontrados foram 16,12 kN na semeadura de milho (4 unidades semeadoras) e 17,19 kN na semeadura da soja (8 unidades semeadoras). Os valores médios por ensaio obtidos para força de tração por linha variaram de 1,65 kN (semeadura da soja) e 2,92 kN (semeadura de milho).

Marques (1999) não constatou diferença no requerimento de força de tração pela semeadora-adubadora em função dos diferentes manejos da vegetação espontânea. O valor médio obtido foi de 8,467 kN para toda a semeadora-adubadora (4 unidades semeadoras, mecanismo de deposição de adubo tipo disco duplo concêntrico), ou seja, 2,115 kN exigidos por unidade semeadora. Esse valor localiza-se pouco acima da ampla faixa de força requerida por linha (1,1 kN a 2,0 kN), em semeadoras-adubadoras mostradas em ASAE (1996) e dos valores obtidos por Boller et al. (1992) de 0,8 a 1,37 kN por linha. Siqueira et al. (2001a) obtiveram 13,14 kN de exigência de força de tração média com semeadora-adubadora de 6 linhas para soja, dotada de haste parabólica com ponteira de 25 mm (2,19 kN por linha).

Na operação de semeadura do milho, Silva (2000) obteve aumento de 47% na patinagem das rodas motrizes do trator ao desligar a tração dianteira auxiliar (TDA), passando os valores médios de patinagem de 4,83; 6,92; 5,59 e 5,17%, respectivamente, para 8,67; 8,30; 9,61 e 6,57%. Também constatou que para um aumento de 32% no requerimento de força, houve um aumento de 41% na patinagem do trator. Oliveira et al. (2000) inferiram

que a menor densidade e resistência à penetração obtida em certos tipos de solos, foram os fatores que contribuíram para o maior aprofundamento do rodado do trator, aumentando a resistência ao seu rolamento e diminuindo a patinagem. Para os autores, os baixos valores de patinagem (média de 6%), independente do tipo de solo, podem ser explicados pela fonte de potência superdimensionada, ou o excesso de lastros no trator. A patinagem da semeadora ficou ao redor de 5%, e os autores concluíram que o desempenho da semeadora-adubadora foi caracterizado como bom na velocidade de 5 $km.h^{-1}$ e regular a 7 $km.h^{-1}$.

Após comparar os dados de velocidade de deslocamento obtidos com cronômetro de acionamento manual e com radar, Silva (2000) relatou que não há necessidade de sofisticar os sistemas para medir a velocidade de deslocamento do conjunto trator-semeadora. De acordo com os resultados de Silva (2000), o aumento da velocidade de deslocamento não resultou em aumento no requerimento de força, enquanto que o mecanismo sulcador do tipo haste apresentou requerimento de tração média na barra 69% maior que o sulcador do tipo discos duplos defasados.

Furlani (2000) obteve maior consumo de combustível por área trabalhada em semeadura de feijão (6 unidades semeadoras-adubadoras, equipadas com mecanismo distribuidor de adubo tipo haste) em solo escarificado (9,3 $L.ha^{-1}$), seguido por 7,6 $L.ha^{-1}$ no preparo convencional e por 7,1 $L.ha^{-1}$ na semeadura direta. O mesmo aconteceu com os dados de patinagem das rodas motrizes do trator, de 14,8; 9,4 e 6,2 %, respectivamente. As exigências de força e potência na barra foram maiores no solo escarificado, apresentando médias gerais de 13,46 kN e 17,20 kW, respectivamente. Essa força corresponde a 2,24 kN por linha, pouco acima dos 1,70 e 1,92 kN por linha (primeiro e segundo ano de ensaio, respectivamente) obtidos por Levien (1999), na semeadura de milho (4 unidades, dotadas de mecanismos distribuidores de adubo tipo discos duplos concêntricos). Este autor que também observou maior exigência tratória na semeadura em solo escarificado, atribui essa, a pequenos embuchamentos verificados nos discos de corte dos resíduos e ao afundamento dos rodados da semeadora no solo bastante poroso.

Mello et al. (2001) concluíram que o mecanismo sulcador de solo com haste mostrou maior eficiência no rompimento de camada compactada na superfície do solo, comparado ao disco duplo desencontrado, aumentando a produtividade de grãos de milho em 11,34%. As densidades do solo na profundidade de 0-10 cm nas linhas de semeadura na época

da colheita do milho, foram de 1,20 e 1,33 g.cm^{-3} respectivamente para haste e disco duplo desencontrado.

Para Araújo et al. (2001) a melhor haste para semeadoras de plantio direto é aquela que consegue penetrar com facilidade no solo mais compactado superficialmente, típico desse sistema, exigindo baixa força de tração e movimentando pouco solo no sulco. Observações realizadas pelos autores, mostraram que hastes com ângulo de ataque de 20º e espessura máxima da ponteira de 20 mm têm apresentado bons resultados. Segundo os autores, a aderência do solo nos sulcadores é tanto maior quanto mais altos forem os teores de argila e de água no solo. Um dos efeitos mais evidentes da aderência nos sulcadores é a abertura de sulcos mais largos e o aumento da mobilização do solo.

Na semeadura direta, quanto à profundidade de semeadura e uniformidade de distribuição de sementes, o aumento da velocidade de deslocamento até 8 km.h^{-1} não causou prejuízo na operação, de acordo com os dados de Portela et al. (1998) e Silva (2000). Também Boller et al. (1992), avaliando em laboratório os efeitos de diferentes mecanismos dosadores de sementes, não verificaram diminuição na porcentagem de emergência de plantas de soja ao aumentar a velocidade de deslocamento das semeadoras testadas de 6 para 9 km.h^{-1}.

De acordo com Silveira (1989), a velocidade de semeadura afeta o desempenho da semeadora-adubadora, e neste sentido, as máquinas dotadas de mecanismo dosador de disco horizontal, devem operar a uma velocidade máxima em torno de 5 km.h^{-1}, sendo que à velocidades superiores, o preenchimento das células ou furos é problemático, podendo aumentar as lesões nas sementes. No entanto, Klein et al. (2001), com semeadora dotada de mesmo mecanismo dosador de sementes, verificaram que a variação da velocidade de semeadura (entre 3,62 e 10,7 km.h^{-1}), não resultou em variação significativa para número de plantas e espaçamento entre plantas de soja. Quanto ao percentual de cobertura do solo após a semeadura, contudo, concluíram que esse aumento da velocidade provocou diminuição da cobertura vegetal do solo.

Santos et al. (2001), avaliando a semeadura de soja em velocidades de 7,5 e 9,0 km.h^{-1}, obtiveram população de plantas adequada na menor velocidade e concluíram que o aumento na velocidade proporcionou redução nessa população.

Boller (1996), após a semeadura de feijão (0,50 m entre linhas), obteve médias de 38 e 8% de cobertura do solo, respectivamente para solo escarificado e preparo convencional, concordando com esse, Furlani (2000), obteve após a semeadura da cultura do feijão (0,50 m entre linhas), médias da cobertura do solo de 8, 37 e 76% respectivamente para preparo convencional, reduzido e plantio direto.

Klen et al. (1993), na semeadura de aveia (13 linhas espaçadas a 0,17m) em solo anteriormente cultivado com soja (52 % de cobertura por resíduos), obtiveram após diferentes sistemas de preparo do solo, menor consumo de combustível na semeadura em plantio direto, 5,2 $L.ha^{-1}$, seguido por 5,8 $L.ha^{-1}$ após a escarificação e 7,9 $L.ha^{-1}$ após preparo convencional. Nestes respectivos tratamentos a porcentagem e cobertura do solo após a semeadura foram, 45, 21 e 7 % e a capacidade de campo teórica, 1,11; 1,03 e 0,95 $ha.h^{-1}$. Na mesma operação, Levien (1999) obteve valores médios de 1,34 $ha.h^{-1}$ e 6,44 $L.ha^{-1}$ respectivamente de capacidade de campo teórica e consumo de combustível por área trabalhada e observou os melhores resultados no sistema plantio direto.

4.5 A cultura do triticale

A introdução ou o desenvolvimento de culturas comerciais que possam compor os sistemas de rotação de culturas aumentam as oportunidades para os agricultores, e devem fazer parte de programas agrícolas regionais de desenvolvimento sustentável. O triticale, cultura de inverno resultante do cruzamento do centeio com o trigo, começou a ser cultivado comercialmente no Brasil em 1984 (Ferreira et al., 1992). Essa transformação do triticale em cultivo comercial deu-se graças aos esforços de muitos pesquisadores que acreditaram na exploração de suas características pouco comuns, tais como tolerância aos solos ácidos (proveniente do centeio), boa resistência às ferrugens, e rusticidade da planta (Varughese et al., citados por Felício et al., 1993). No trabalho realizado por Ferreira et al. (1992), testando triticale como alimento alternativo para suínos, os autores concluíram que esse material pode substituir totalmente o milho nas dietas de crescimento e terminação de suínos, possibilitando uma pequena redução do uso de farelo de soja, concordando com Campos et al. (1998), que comenta ser a cultura do triticale, uma oportunidade ao produtor, de agregar mão-de-obra e valor à produção rural, por ocasião da transformação deste cereal em

carne, leite ou ovos, através do uso de formulações de rações para suínos e aves, bem como para o plantel leiteiro na forma de grãos ou de silagem, em função do seu alto valor energético na produção de alimentos no período de inverno.

A revisão bibliográfica feita por Campos et al. (1988), comparando o trigo e o triticale, mostra que este apresenta maior potencial produtivo, melhor adaptação a solos ácidos e com problemas de toxidez causada por alumínio, maior resistência a certas doenças, bem como alto teor de proteína e melhor balanço de aminoácidos essenciais.

Calegari (1990), avaliando plantas para adubação verde de inverno no sudoeste do Paraná, obteve, em dois locais, produção de massa seca da parte aérea da cultura do triticale de 3.083 e 2.000 $kg.ha^{-1}$, em semeadura foi realizada em meados de maio. Nestas mesmas regiões, as produções de aveia preta foram respectivamente, 6.566 e 4.700 $kg.ha^{-1}$.

Grego et al. (2001) relacionando a disponibilidade hídrica e a produção de cobertura vegetal, constataram que a produção de matéria seca da parte aérea da cultura do triticale, foi de 4.000 $kg.ha^{-1}$ na semeadura de 18/07/2000 e de 1.000 $kg.ha^{-1}$ na semeadura de 04/05/2000. Mesmo semeado na época não recomendada para o estado de São Paulo, o triticale de 18/07/2000 apresentou quantidade de matéria seca muito superior ao triticale de 04/05/2000, semeado no período recomendado para o Estado (IAC, 2000).

Felicio et al. (1999) analisando o rendimento de grãos de triticale em Capão Bonito-SP, num ano com prolongado período de deficiência hídrica (abril a outubro), observaram produtividades inferiores às semeaduras tardias no período de excedente hídrico.

4.6 A cultura do milheto

O uso de plantas para cobertura do solo compondo sistemas de rotação de culturas, de acordo com Calegari (1998) é fundamental para que o sistema de plantio direto possa ser empregado corretamente e seus efeitos se concretizem. Entretanto, a escolha adequada das plantas fornecedoras de cobertura, considerando-se a melhor época de semeadura, tem sido o grande entrave para se obter êxito no sistema na região Centro-Oeste e Sudeste do Brasil.

O milheto (*Pennisetum americanum*) é uma espécie bem adaptada a região Centro-Oeste do Brasil, produzindo grande quantidade de massa seca para a cobertura e

adaptado-se bem na integração agropecuária.

Silva (1998), ao estudar o crescimento radicular e nutrição da soja em função da cultura anterior e da compactação em um Latossolo Vermelho escuro, observou que o milheto é uma das espécies com maior potencial para diminuir a resistência à penetração em solos compactados, sendo superado apenas pelo guandu, mas superior à aveia, mucuna, soja, sorgo e tremoço azul. No entanto, Gonçalves (1999), em Botucatu-SP, obteve produção de matéria seca da parte aérea do milheto de apenas 1.263 e 993 $kg.ha^{-1}$, respectivamente no plantio direto e no preparo convencional. O autor relacionou a baixa produção aos baixos níveis de precipitação pluviométrica no inverno, sendo que a semeadura havia sido realizada em meados de abril. Grego et al. (2001) também constataram produção de matéria seca da parte aérea próxima de 1.000 $kg.ha^{-1}$, em semeadura no início de setembro de 2000.

4.7 A cultura da aveia preta

Há muito tempo são conhecidos os efeitos da adubação verde na melhoria da fertilidade do solo e no aumento da produção das culturas. Em outros países, há relatos de melhoria da fertilidade do solo, por meio da adubação verde, antes da Era Cristã. No Brasil, a adubação verde já foi mais estudada do que é atualmente. Entretanto, a elevação dos preços dos fertilizantes químicos tem contribuído para que os adubos verdes voltem a receber mais atenção (Arf et al., 1996).

Para Costa et al. (1998), os vegetais sofrem grande influência do ambiente em que vivem, logo uma planta que tem um bom desempenho em uma região, nem sempre confirma este desempenho em outra localidade. A adaptabilidade dos vegetais para determinada região, inclui entre tantos outros parâmetros, sua produção de sementes, principalmente em se tratando de adubos verdes, onde é desejável a auto-suficiência do produtor.

De acordo com Kismann (1991), a aveia preta (*Avena strigosa* Schreb) é uma espécie de origem européia, distribuída por diversos países como forrageira. Na região meridional do Brasil, tem sido usada como cultura de entressafra, com o que está ocorrendo um grande alastramento de sua presença. A preferência pela utilização da aveia preta, principalmente em rotação antecedendo a soja, é pela alta cobertura do solo que proporciona,

destacando-se a sua boa distribuição sobre o solo e a persistência no terreno (Almeida, 1988) e pela adaptabilidade às condições de clima, elevada quantidade de fitomassa e redução de plantas daninhas (Kismann, 1991).

Existem evidências que indicam que a aveia foi introduzida no Brasil pelos espanhóis, que colonizaram o Uruguai e a Argentina, através do estado do Rio Grande do Sul (Corrêa, 1987). As primeiras referências do cultivo de aveia no Brasil datam da década de 1930 (Mundstock, 1983).

Atualmente, em torno de 2 milhões de hectares de aveia são cultivados no Sul do Brasil, sendo que grande parte desta área é ocupada com aveia preta (Caierão et al., 2001). No Rio Grande do Sul, esta cultura é bastante utilizada na interação agricultura-pecuária. No inverno a aveia preta é designada para pastoreio do rabanho e no verão, quando as áreas recebem as culturas da soja ou do milho, há o fornecimento dos grãos de aveia para o rabanho leiteiro (Almeida, 1997).

O cultivo da aveia preta na região de Botucatu/SP teve comprovada sua viabilidade pelos resultados de pesquisa de Boller (1996), Levien (1999), Siqueira (1999), Furlani (2000), Marques et al. (2001) e Grego et al. (2001). Estes últimos autores evidenciaram a dificuldade da implantação da cultura em anos secos, onde a melhor produção de matéria seca da parte aérea da aveia preta foi obtida na semeadura de final de julho.

De acordo com Nakagawa et al. (1995), a aveia preta (*Avena strigosa* Schreb) é uma planta ainda pouco estudada e o seu estudo tem sido direcionado, em condições brasileiras, ao aspecto de forrageira, ou como material para adubação verde de inverno. Segundo Ramos (1995), o cultivo de aveia preta no inverno é uma prática que evoluiu muito nos últimos anos. Para adubação verde o corte deve ser feito na floração plena, cerca de 110 a 130 dias depois da emergência das plantas. O autor considera que o melhor sistema de manejo da aveia, seja a derrubada do material com o uso do rolo faca, podendo-se utilizar, também, herbicidas dessecantes. Como principais justificativas da utilização da aveia preta, o autor enumera o fato dela assegurar boa formação de cobertura; melhorar as condições físicas e biológicas do solo e diminuir a infestação de plantas daninhas.

A aveia preta, conhecida por sua rusticidade e tolerância ao alumínio tóxico, é uma das principais opções de cultivo, destacando-se pela sua adaptabilidade e apresentando vantagens no sistema plantio direto, devido à alta produção de massa seca

importantes para este sistema (Pitol, 1993). Esta alta produção de massa seca foi verificada anteriormente por Almeida (1985) e Derpsch et al. (1985). Estes últimos, constataram também, a alta quantidade de matéria seca de raiz na profundidade de 0 a 90 cm. Dillemburg et al. (1994) observaram que o cultivo por dois anos consecutivos de aveia após soja, proporcionou redução na compactação do solo.

De acordo com Derpsch e Calegari (1992) a aveia preta é uma planta melhoradora da sanidade do solo, diminuindo a população de patógenos e, face a isso, promove aumento apreciável de rendimento nas culturas da soja e feijão e, por isso, se enquadra na maioria dos esquemas de rotação de culturas.

Quando a cultura da aveia é bem conduzida, observa-se que existem condições de redução do uso de herbicidas. Acamando-se a cultura com rolo faca, ou cortando e distribuindo a palha de maneira regular com uma segadora, cria-se uma cobertura densa e rica em carbono. Esta cobertura consome nitrogênio do solo, de tal modo que as gramíneas cultivadas em seqüência podem se desenvolver de maneira muito lenta e às vezes nem nascem, devido a diversos fatores, como falta de luz e alelopatia (Consorte, 1995).

De acordo com Clifford (1995) as doenças mais comuns na cultura da aveia são, ferrugem das folhas (*Puccinia coronata avenae*) e ferrugem no colmo (*Puccinia graminis f. sp. Avenae*), ocorrendo, a primeira, em alta temperatura e umidade e a segunda em temperatura amena (19 à 25 ºC) e umidade alta (acima de 64 mm nos últimos meses de cultivo).

Marques et al. (2001) obtiveram produtividade de matéria seca da parte aérea da aveia preta de 2.422 e 2.653 $kg.ha^{-1}$ em plantio direto sem escarificação e em plantio direto escarificado na implantação da safra de soja do verão anterior. A cobertura morta do solo, no final do ciclo da aveia preta foi de 3.073 $kg.ha^{-1}$. Os autores não observaram diferença quanto a massa seca da cobertura do solo da cultura da aveia preta e solo em pousio de entressafra, mas pela desuniformidade de distribuição da vegetação espontânea sobre a superfície do terreno, que pode resultar em problemas de erosão, destacaram a importância da implantação da cultura da aveia preta.

A planta de aveia necessita de um suprimento regular de nitrogênio desde a emergência até o emborrachamento. Quando o solo possui elevado teor de matéria orgânica, cuja mineralização supre a exigência da planta, fica dispensada qualquer adubação

suplementar em cobertura. Para teores de matéria orgânica entre 26 e 50 g.dm^{-3} recomenda-se 30 kg.ha^{-1} de nitrogênio (Comissão, 1995).

Para Mundstock & Bredemeier (2001) o perfilhamento é um processo de desenvolvimento em que as gemas formadas nos nós basais do colmo de gramíneas se desenvolvem e produzem perfilhos, produtivos ou não. Os resultados destes autores, indicam que, independente da dose de nitrogênio aplicada na semeadura da aveia preta, sempre que esta aplicação foi seguida de suplementação adicional de N (40 kg.ha^{-1}) no final do perfilhamento (emissão da sétima folha), observou-se um incremento no rendimento de grãos, decorrente do aumento no número de perfilhos sobreviventes e produtivos. Esta resposta foi verificada inclusive no ambiente com alta disponibilidade de N (após a cultura da soja). Nakagawa et al. (1995) concluíram que a adubação nitrogenada na aveia preta contribuiu para o perfilhamento e para a produção de matéria seca da parte aérea. Entre outros resultados, obteve 7.107 kg.ha^{-1} de matéria seca na aplicação de 40 kg.ha^{-1} de nitrogênio na forma de sulfato de amônia. Nakagawa et al. (1999) não obtiveram resposta sobre a produção e qualidade de sementes de aveia preta, com a aplicação de nitrogênio em cobertura (0, 20, 30, 40, 50 e 60 kg.ha^{-1}) no final do perfilhamento. A altura de plantas, estande, perfilhos úteis, comprimento de panícula e sementes por panícula não foram afetados pelos tratamentos. Deve-se destacar que neste trabalho houve a aplicação de 20 kg.ha^{-1} de N na ocasião da semeadura.

4.8 A cultura da soja

A cultura da soja (*Glycine max* L. Merril) é originária do continente asiático onde referências quanto à sua utilização datam de 2838 a.C, sendo trazida para o Ocidente no final do século XV. No Brasil, a cultura foi introduzida no início do século XX e as primeiras exportações realizadas em 1949. Nas décadas de 60/70 a soja teve um grande impulso na região Sul do país, expandindo-se para o Centro-Oeste entre 1970/80, e atualmente atingindo a região Norte (Câmara, 1998a).

A cultura da soja é totalmente mecanizada (da semeadura à colheita), o que facilitou a rápida expansão durante a década de 70. Hoje a mecanização representa um dos principais fatores dos custos de produção da cultura. Os custos diretos referentes ao uso de

máquinas agrícolas, podem variar de acordo com o rendimento obtido, segundo FNP (1998) e, em geral, atinge 40% dos custos de produção indiretos, definidos como aqueles causados principalmente pelas perdas na produção devido à não realização das operações agrícolas nos prazos determinados. Esses custos podem advir de uma seleção inadequada do sistema mecanizado.

No entanto, a mais antiga notícia sobre a soja no Brasil foi a introdução da planta na Bahia, trazida por Gustavo Dutra, em 1882 (Medina, 1981). Em 1901, após anos de experimentação na Estação Agronômica de Campinas foram distribuídas sementes para plantio no Estado de São Paulo. E no mesmo ano há informações de plantio, com bons resultados, numa fazenda em Dom Pedrito (RS). E foi no Rio Grande do Sul que a soja começou a ser cultivada em larga escala, cabendo ao município de Santa Rosa o papel de centro de irradiação dessa leguminosa (Soja, 199?). A expansão vertiginosa da cultura foi observada nas décadas de 1970 e 80, com seu cultivo assentado nos estados tradicionalmente produtores da região Sul e com contínuo aproveitamento de novas fronteiras agrícolas, representadas pelos solos sob vegetação de cerrado no Brasil central (Tanaka et al., 1993).

4.8.1 Rendimento da cultura

A produtividade de um sistema é dependente das condições físicas, químicas e biológicas do solo, bem como dos fatores climáticos, tais como a quantidade e distribuição de chuva durante o seu período de crescimento (Salvador, 1992).

Dentre as atividades agropecuárias, o complexo soja gera anualmente para o Brasil entre US$ 3,5 e US$ 4 bilhões, sendo o maior setor exportador nacional (Vitti & Luz, 1998). A produção brasileira de soja estimada para a safra de 1999 foi de 30.781.373 toneladas de grãos, para uma área de 13.004.422 hectares, o que representa uma produtividade média nacional de 2.367 $kg.ha^{-1}$. O Estado que mais cultivou soja na safra de 1999 foi o Rio Grande do Sul (RS), seguido pelo Paraná (PR) e Mato Grosso (MT), mas quanto à produção estadual, as posições se inverteram, passando à ordem crescente para PR, MT e RS, como os maiores produtores de soja. O Estado de Rondônia, nas safras 1998/1999, sustentou as maiores produtividades, 3.000 e 2.850 $kg.ha^{-1}$, respectivamente. O Estado de São Paulo, sexto maior produtor nacional, apresentou uma produtividade de 2.730 $kg.ha^{-1}$ (FNP, 1999). Dos 645

municípios paulistas, 185 cultivam soja, sendo as duas maiores regiões produtoras o Vale do Paranapanema, com 200 mil hectares e a Alta Mogiana, com 300 mil hectares. O rendimento médio do estado oscila em torno de 2.400 $kg.ha^{-1}$, embora produtores mais tecnificados atinjam 3000 $kg.ha^{-1}$ (Diehl, 1999).

‘ Segundo Hunt (1974), uma mesma cultura pode apresentar resultados de desempenho de rendimento diferentes, dependendo tanto da região como da variedade utilizada. Após a quantificação das perdas é possível determinar o fator de perda de pontualidade associado às operações de máquinas agrícolas.

Para Elmore (1990), o rendimento de grãos da cultura da soja não é afetado por diferentes tipos de preparo de solo. Entretanto, Prasad (1996) afirma que a qualidade de semeadura e rendimento da soja no plantio direto foram melhores do que aquela obtida usando métodos convencionais.

Shapiro et al. (2001) não observaram efeito do manejo do solo sobre a produtividade da soja, semeada após nove anos de cultivo de alfafa (*Medicago sativa* L.). As médias de produtividade foram 2.663, 2.691 e 2.786 $kg.ha^{-1}$ para plantio direto, preparo com três gradagens e preparo convencional, com arado de aivecas e gradagens. Para os autores, o não efeito de manejo do solo pode ser explicado pela boa eficiência dos herbicidas pós-emergentes na redução da pressão das plantas daninhas e pela capacidade da soja de compensar as diferenças no estande.

Avaliando o efeito residual de culturas de entressafra, formadoras de cobertura do solo, Derpsch et al. (1985) obtiveram maiores produtividades de feijão e soja após aveia preta. Após esta cultura a soja produziu 3.086 $kg.ha^{-1}$, sendo a média das dez coberturas de 2.211 $kg.ha^{-1}$.

A temperatura do solo é um dos principais fatores controladores de crescimento e do desenvolvimento das plantas, afetando processos vitais como crescimento das raízes e da parte aérea, produção de metabólitos, armazenamento de carboidratos, crescimento dos frutos e ocorrência de pragas e doenças, os quais se refletem diretamente na produção (Cortez et al., 1995). Um dos efeitos observados no plantio direto, devido à cobertura vegetal morta sobre o solo é a ocorrência de menor amplitude térmica diária e menor temperatura nas horas mais quentes do dia em comparação com o preparo convencional (Daniel, 1981; Levien, 1999 e Furlani, 2000).

A expansão da área cultivada e a adoção crescente do plantio direto, provocou o surgimento de novas pragas, que estão se tornando importantes para a cultura e que comprometem a sua produtividade. Entre essas, aparece o tamanduá da soja (*Sternechus subsignatus*) e pragas de solo, como espécies de percevejo castanho de raiz (*Cydnidae*), cochonilhas e corós (*Scarabaeoidea*), além de mosca branca, piolho de cobra, lesmas e caracóis. Para a maioria dessas pragas ainda há necessidade de estudos básicos de bioecologia (Gazzoni et al., 1998).

No sistema plantio direto, a rotação de culturas em sistema de produção de soja, é prática imprescindível. O cultivo contínuo de soja na mesma área resulta em decréscimo no rendimento devido à uma combinação de fatores: aumento da incidência de doenças e pragas, aumento de ervas daninhas específicas, diminuição da disponibilidade de nutrientes do solo, diminuição do desenvolvimento radicular, acúmulo de substâncias tóxicas ou inibidoras de crescimento (Derpsch, 1986).

Na integração lavoura-pecuária, pelo consórcio de culturas anuais com forrageiras, Kluthcouski et al. (2000) obtiveram produtividade de grãos de soja de 2.677 e 2.971 $kg.ha^{-1}$ para soja consorciada com *Brachiaria decumbens* ou não, respectivamente. Resultados de Oliveira et al. (1997) em solo argiloso com pH em torno de 5,3 foram de 1900 $kg.ha^{-1}$ de grãos de soja, cultivada em reforma de canavial. Calegari (1999) apresentou resultados de produtividade de soja após aveia preta pastejada e não pastejada de 2.699 e 2.180 $kg.ha^{-1}$, respectivamente. No ano seguinte, safra 1994/95, as produtividades foram maiores, 3.541 e 3.323 $kg.ha^{-1}$, respectivamente. O autor relata que os efeitos dos resíduos animais (esterco e urina) no solo, químicos, físicos e provavelmente biológicos (microorganismos e besouros que auxiliam na incorporação dos resíduos no plantio direto), contribuíram para a melhoria no solo e conseqüente aumento no rendimento da soja. Barizon (2001), em Latossolo Vermelho distroférrico, no cultivo da soja sobre pastagem de brizantão (*Brachiaria brizantha*) concluiu que a soja respondeu à aplicação superficial de calcário, sendo a maior produtividade obtida com a dose de 3.400 $kg.ha^{-1}$, correspondendo à 2.191 $kg.ha^{-1}$.

Esteves (2000) obteve maior produtividade da soja após a aveia preta (2.540 $kg.ha^{-1}$) do que após o milheto (2.260 $kg.ha^{-1}$). Para soja após aveia preta, obteve ainda 36 $plantas.m^{-2}$; 36,4 $vagens.planta^{-1}$; 1,6 $grãos.vagem^{-1}$ e 15,3 $g.100\ grãos^{-1}$.

A produtividade da cultura da soja tem como um dos principais componentes o estabelecimento de uma população de plantas adequada, embora saiba-se que a cultura tenha uma alta capacidade de compensação em função da população de plantas obtida. Existe, porém, uma população mínima, abaixo da qual a produtividade da cultura será

seguramente reduzida. As novas cultivares em uso na região tropical, requerem baixa densidade de semeadura, ao redor de 300.000 plantas por hectare, o que implica na utilização de sementes de alta qualidade fisiológica (Vieira, 1999).

No trabalho realizado por Bertol & Fischer (1997), a semeadura direta proporcionou, em número, emergência de plântulas de soja significativamente maior do que o tratamento constituído de operação de preparo do solo com escarificador com rolo destorroador. Os autores explicam o fato, atribuindo à possibilidade de melhor formação do leito de semeadura em solo não previamente preparado, já que no preparo reduzido a baixa densidade do solo e a grande quantidade de torrões podem ter dificultado o contato do solo com a semente, e por conseqüência, o processo de germinação. Coelho, citado por Coan et al. (1986), avaliando a influência da profundidade de semeadura de soja (3, 4 e 5 cm) e compactação do solo, verificou boa emergência para todos os tratamentos.

Para Srivastava et al. (1993), os fatores intrínsecos da semente e do ambiente afetam sua germinação e emergência, de maneira que usualmente, a quantidade de sementes semeadas por unidade de área, deve ser maior que a quantidade desejada. De acordo com Henning & França Neto (1998), na safra 1997/98, devido à ocorrência de chuvas freqüentes durante as fases de maturação e colheita da semente de soja, situação esta que ocorreu em diversas regiões produtoras brasileiras, tem sido comum a verificação de altos índices de sementes infectadas por fungo (*Phomopsis* spp ou por *Fusarium semitectum*). Também, para Goulart (1997), a maioria das doenças de importância econômica que ocorre na soja, é causada por patógenos que são transmitidos pelas sementes, sendo então realizado o tratamento de sementes de soja com fungicidas, com o objetivo principal de erradicar ou reduzir, aos mais baixos níveis possível, o inóculo transportado por elas.

A germinação da soja é relativamente rápida, desde que a semente encontre condições ambientais favoráveis, e a emergência das plantas normalmente tem início cinco a sete dias após a semeadura (Câmara, 1998b). No entanto, a semeadura nem sempre é realizada em condições ideais, o que resulta em sérios problemas na emergência da soja, havendo, muitas vezes, a necessidade de nova semeadura. Em tais circunstâncias, o tratamento de sementes com fungicidas (sistêmico + contato) oferece garantia adicional ao estabelecimento da lavoura a custo reduzido (menos de 0,5% do custo de instalação da

lavoura). O volume de sementes tratadas com fungicidas, que, na safra 1991/92, não atingia 5% da área semeada, foi de 12%, na safra 1992/93; 28% na safra 1993/94; 48% na safra 1994/95; 54% na safra 1995/96 e 52,7% na safra 1996/97 (Henning, 1998).

Avaliando o desempenho da cultura da soja sob efeito de inoculantes com diferentes estirpes de bradirrizóbios, Athayde et al. (1998) observaram que o tratamento testemunha, sem inoculação, foi inferior aos demais, que apresentaram produtividade de grãos entre 2.489 a 3.384 $kg.ha^{-1}$, variação que mostrou efeito de estirpe sobre as duas variedades de soja estudadas. Segundo Hungria et al. (1999) os benefícios resultantes da inoculação em áreas de primeiro cultivo são indiscutíveis. Com o tempo, porém, o cultivo e a inoculação da soja promovem o estabelecimento de populações de Bradyrhizobium nos solos, que interferem na formação de nódulos pelas estirpes presentes nos inoculantes. Contudo, resultados de diversas safras indicaram que a reinoculação da soja resultou em incrementos médios na produtividade, de 4,5%.

Em diversas propriedades na região de Guarapuava/PR, em Latossolo Bruno Álico, verificando o efeito da aplicação de molibdênio, via tratamento de sementes, na cultura da soja, Wobeto et al. (1998) não obtiveram diferença entre os tratamentos, sendo que a produtividade de grãos foi de 3460 e 3499 $kg.ha^{-1}$, com e sem molibdênio respectivamente.

Bertol & Fischer (1997) concluíram que a maior margem bruta da produção, na cultura da soja, foi proporcionada pelo tratamento escarificador com rolo destorroador, porém a semeadura direta apresentou a melhor taxa de retorno.

Torres & Saraiva (1998b) não obtiveram diferenças significativas para o rendimento de grãos de soja sob o efeito de sistemas de manejo do solo (plantio direto, escarificação e convencional), concordando com Santos (2000), que não verificou essa diferença em plantio direto e convencional, com média de 3.715 $kg.ha^{-1}$. Santos et al. (1995), em Latossolo com textura argilosa, não verificaram efeito de manejo na produtividade da soja após aveia branca, sendo as médias de 1991 e 92 de 3.460 e 4.290 $kg.ha^{-1}$, respectivamente.

Em seis anos de estudo, Saraiva & Torres (1998) observaram que os tratamentos de manejo do solo não influenciaram a produção de restos vegetais da cultura da soja; e que a produção desses resíduos não tinha sido suficiente para atingir 100% de cobertura do solo, ao contrário dos resíduos de milho, trigo e aveia.

Segundo Fontana et al. (2001), dentre os componentes que afetam a produção, o déficit hídrico é aquele que aparece com maior freqüência e intensidade. É amplamente conhecido, ainda, que os efeitos do déficit hídrico dependam da sua intensidade, duração, época de ocorrência e da interação com outros fatores determinantes da expressão do rendimento total. Para Urchei et al. (2000), o plantio direto possibilitou melhor desenvolvimento da cultura do feijoeiro, de acordo com as curvas de produção de matéria seca, fator este que pode ter sido decorrente do aumento da disponibilidade de água neste sistema, em relação ao preparo convencional. No ano em que a precipitação pluviométrica foi de 765 mm e foi bem distribuída durante o ciclo da cultura da soja, principalmente no estádio de florescimento pleno, estando acima da precipitação exigida pela soja, Fontaneli et al. (2000) constataram a maior produtividade dessa cultura (3245 $kg.ha^{-1}$), acima dos três anos anteriores (2560 $kg.ha^{-1}$), média de nove sistemas de rotações de culturas com soja em plantio direto.

Visto que a eficácia dos sistemas de manejo conservacionsitas do solo, especialmente plantio direto, está relacionada, dentre outros fatores, com a quantidade de resíduos culturais e com a cobertura superficial, a matéria seca da parte aérea das culturas passa a ser outro fator de produtividade da cultura (Bertol et al., 1998).

A cultura da soja tem limitada contribuição na adição de resíduos ao solo, pois raramente ultrapassa 2,5 $t.ha^{-1}$. Portanto, com o objetivo de atender à necessidade de adição de matéria vegetal seca necessária para recuperar o teor de matéria orgânica, estimada em mais de 6 $t.ha^{-1}.ano^{-1}$, faz-se necessário que esta cultura seja utilizada em um programa de rotação com culturas que privilegiam a produção de matéria seca. Nestes programas de rotação de cultura, a combinação de gramíneas e leguminosas é importante estratégia na melhoria da qualidade física do solo. No entanto, Bertol et al. (2001) verificaram que a razão de perda de solo diminuiu com o desenvolvimento da cultura da soja.

Segundo Bataglia et al. (1977), o acúmulo de matéria seca da parte aérea pela soja aumenta gradativamente, mas numa pequena taxa até o início do florescimento (50 a 60 dias), a partir do qual torna-se bastante alta até a fase do início de formação de vagens. A partir deste estádio até cerca de 90 dias, quando o período vegetativo atinge o máximo, ocorre a translocação de nutrientes para as vagens e sementes e também a queda natural das folhas, começando a haver perda de peso seco total. Mais da metade da matéria

seca acumulada pela cultura é produzida depois do florescimento, o que leva a considerar este período como crítico, para a obtenção de rendimento adequado.

4.8.1.1 Perdas na colheita

As perdas de grãos durante a colheita mecânica permanecem como um dos mais graves problemas no rendimento da soja. Nas safras 79/80 Finardi & Souza (1983) divulgaram perdas médias de 180 $kg.ha^{-1}$, em 210 propriedades das principais regiões produtoras do Estado do Paraná. De acordo com Potafos (s.d.) para reduzir perdas de colheita deve-se: operar em velocidade de deslocamento apropriada; conferir a abertura do côncavo, a velocidade do cilindro, as peneiras e a velocidade do ar da ventilação, além de estar certo de que as velocidades do molinete e da máquina estejam sincronizadas e que a altura de corte esteja regulada adequadamente as condições de campo. Nessa publicação, a 9 cm de altura perde-se 5% da produção e a 16,5 cm de altura perde-se 12%.

Mesquita et al. (2001) mencionaram o nível de tolerância para perdas de soja na colheita de 60 $kg.ha^{-1}$ (1 $saco.ha^{-1}$) e concluíram que existe a necessidade de fortalecer programas de capacitação da mão de obra de operadores de colhedoras no Brasil, pois as médias de perdas das 600 lavouras de cinco dos principais estados produtores do país, estão acima deste nível. No Brasil, pesquisa realizada por Mesquita et al., citados por Mesquita (1993), indicou 85% das perdas ocorrendo pela ação dos mecanismos da plataforma de corte, cerca de 12% pelos mecanismos internos, e 3% pela debulha natural ou antes da colheita.

Quando se refere a aumento da produtividade, a colheita mecânica aparece para completar o sistema de produção e melhorar as condições de trabalho. Para que se tenha um bom rendimento, há que considerar fatores de ordem direta: topografia do terreno, arquitetura da planta, umidade; ou indireta: precipitação, temperatura, velocidade do vento e radiação solar (Mantovani et al., 1978). Para a Embrapa (s.d.), as perdas ocorrem por más condições da lavoura que dificultam a operação e pelo desconhecimento de cuidados que devem ser tomados durante a operação de colheita. Uma lavoura com população adequada e uniforme, evitando falhas que causam ramificações laterais e baixa altura de inserção de primeiras vagens, são aspectos desejáveis relacionados à cultura. Na colheita de soja, as plantas são geralmente cortadas a uma altura de aproximadamente 10 cm acima da superfície

do solo. Em algumas ocasiões, um número significativo de vagens situa-se abaixo desta altura ocasionando uma perda elevada durante a operação de colheita. Pinheiro Neto (1999) constatou perdas por altura de corte de 6,9 $kg.ha^{-1}$, considerando esse tipo de perda extremamente importante. Quanto às perdas totais na plataforma de corte, verificou valor médio de 108 $kg.ha^{-1}$, concluindo que quanto menor a umidade dos grãos maior foi a perda.

4.8.2 Planta daninha

As plantas silvestres são espécies vegetais que, ao longo de um processo evolutivo, adquiriram grande capacidade de colonizar ambientes perturbados pelo homem, apresentando uma grande adaptabilidade ambiental (Blanco, 1985). A competitividade entre a cultura e as plantas daninhas em um agroecossistema é determinada por fatores climáticos, edáficos, biológicos e da cultura (Ross et al., 2001).

Avaliando o efeito dos sistemas de manejo do solo na composição do banco de sementes e plantas daninhas, Feldman et al. (1997) constataram uma diferenciação nas características do banco de sementes, sendo que no plantio direto este foi mais superficial. Os autores levantaram a hipótese de que os sistemas que causam menor movimentação do solo, como a escarificação e o plantio direto, permitiram a formação de um maior e mais diversificado banco de sementes do solo, concordando com Hoffman et al. (1998), que concluiram que o número de sementes de plantas daninhas por quilogramas de solo na camada de 0 a 5 cm aumenta do preparo convencional, para o preparo reduzido e para o plantio direto. Segundo estes autores, no plantio direto há também um decréscimo no banco de sementes em profundidade (5, 10 e 15 cm), e que no sistema de plantio direto, o desempenho de herbicidas pode ser prejudicado pela presença de cobertura morta na superfície. Barker et al. (1982), avaliando o efeito da pulverização de Alachlor + Paraquat na implantação da cultura da soja, antes ou após a deposição de resíduos de trigo pela colhedora, obteve 6,57; 17,31 e 139,63 $plantas.m^{-2}$, respectivamente para pulverização antes da deposição dos resíduos, depois da deposição e testemunha sem herbicida. No entanto, Ortolani et al. (1992) atribuem à baixa quantidade de cobertura morta sobre o solo, o fator que proporcionou uma maior germinação das sementes e o desenvolvimento das plantas daninhas após o declínio da cultura do milho, não diminuindo assim a infestação das plantas daninhas através

dos anos consecutivos de milho em plantio direto. Oliveira et al. (2001) concluíram que o número de plantas daninhas é reduzido significativamente pelo aumento dos níveis de palha de milho, independente da presença de herbicida e da época do ano. Furlani (2000) constatou após a colheita do feijão, que a porcentagem da cobertura da solo por plantas daninhas não chegou a 20 % no plantio direto, sendo de 40 % no preparo reduzido e de 60 % no preparo convencional. Segundo Almeida (1988), em sistemas de plantio direto sobre coberturas mortas densas, de lenta decomposição e com ação alelopática, há possibilidade de se reduzir ou até dispensar o uso de herbicidas. Lorenzi (1984) relata que o aumento da germinação no solo é explicado, em parte, pela exposição das sementes a luz solar; pelo suprimento de uma maior quantidade de oxigênio; pela mudança nos níveis de umidade; e pela variação de temperatura. As sementes das plantas comportam-se diferentemente quanto a luz, sendo que algumas germinam melhor na presença, outras na ausência e outras independem desta para germinarem.

Segundo Cunha et al. (1997), a massa seca das plantas daninhas oferece um indicativo de sua interferência sobre as culturas, e Durigan et al. (1983) verificaram correlação linear negativa entre matéria seca das plantas daninhas e o rendimento de soja.

Nesta cultura, as plantas daninhas constituem-se num dos principais problemas, visto limitar a produtividade e onerar o custo de produção, uma vez que estas podem causar perdas significativas, conforme a espécie, a densidade, a distribuição na lavoura e o tempo de convivência com a cultura (Velho & Brix, 1999). Estas plantas daninhas, infestantes na cultura da soja, cuja composição florística responde à um ambiente comum proporcionado pelas condições agroecológicas da cultura. O controle das plantas daninhas na agricultura é feito através de diversos métodos, incluindo o cultural, o mecânico, o físico e o químico. No entanto, nos últimos anos, o uso de herbicidas para o controle de plantas daninhas tem sido crescente, especialmente na cultura da soja (Christoffoleti, 1998).

O período em que a soja deve ser mantida livre da presença de plantas daninhas situa-se entre 20 e 40 dias após a emergência (DAE). Nos resultados de Zagonel et al. (1999) a interferência das plantas daninhas ocorreram nos tratamentos: capinas realizadas a partir de 30 DAE; e capinas realizadas apenas até 0 DAE, quando se verificou uma redução no peso por plantas e no teor de clorofila das mesmas.

Durante o ciclo de desenvolvimento da cultura da soja, ocorre infestação de muitas espécies invasoras, as quais podem interferir severamente no seu crescimento e desenvolvimento, chegando a reduzir a produtividade de grãos (Gazziero et al., 1998). Estes autores avaliaram o efeito da convivência da planta daninha amendoim-bravo (*Euphorbia heterophylla* L.) com a cultura da soja e constataram que a produtividade da soja decresceu linearmente em função da densidade da planta invasora. Os dados observados indicaram um decréscimo na produtividade da cultura que variou de 2.310 a 1.376 $kg.ha^{-1}$ para os intervalos de 0 a 10 e 61 a 70 plantas de amendoim-bravo por metro quadrado, respectivamente.

Buzatti & Abreu (1999) verificaram, quando do não controle do amendoim-bravo, redução de 29% no rendimento da soja devido ao efeito da matocompetição, avaliada em 33 $plantas.m^{-2}$.

Dentre os diversos grupos de plantas utilizadas no plantio direto, as gramíneas, exemplo do milho, trigo, aveia preta e azevém, parecem exercer os efeitos alelopáticos mais pronunciados. Cada planta, tanto viva quanto em decomposição, exerce inibição apenas sobre determinadas espécies de plantas daninhas ou plantas cultivadas. Por exemplo, a cobertura morta de aveia é uma forte inibidora de germinação de capim marmelada, com fraca ou nenhuma ação sobre o capim colchão. O amendoim-bravo, uma das principais plantas daninhas da lavoura de soja, tem geralmente se mostrado insensível às principais coberturas usadas no plantio direto (Lorenzi, 1984). Seifert & Voll (1999) constataram, após a semeadura da soja, maior taxa de emergência de amendoim-bravo na ausência da cobertura de solo por aveia preta do que na sua presença. Bortoluzzi & Eltz (2001) concluíram que a presença de palha de aveia preta exerceu efeitos supressivos sobre a comunidade de plantas daninhas, isso porque a cobertura do solo por palha afetou a relação entre a cultura e as plantas daninhas, favorecendo a espécie de interesse econômico (a soja) em detrimento das infestantes.

Segundo Rodrigues (1998), os herbicidas de uma determinada cultura são registrados, nas mesmas doses, tanto para plantio convencional como para plantio direto. No entanto, no plantio direto, existe a cobertura morta que pode interceptar os herbicidas, principalmente os pré-emergentes, reduzindo a possibilidade destes atingirem o solo.

Verificando a emergência de plantas daninhas após a dessecação da área com Glyphosate (Roundup: 3,5 $L.ha^{-1}$) + 2,4-D (0,6 $L.ha^{-1}$), nove dias antes da semeadura, Barros et al. (1999), constataram que no momento da semeadura havia 58 $plantas.m^{-2}$, e sete dias após ocorria na área uma infestação de 306 $plantas.m^{-2}$ e no momento da aplicação de pós emergência esta havia subido para 628 $plantas.m^{-2}$.

4.8.3 Fertilidade do solo e nutrição da soja

O solo é uma mistura complexa de matéria inorgânica (rochas e minerais), matéria orgânica, água, ar e organismos vivos. O manejo adequado do solo, com práticas conservacionistas como semeadura direta e sucessão de culturas com leguminosas, desempenha um papel fundamental para incrementar a ação benéfica desses organismos vivos no crescimento e nutrição da soja, além de resultar em maior diversidade dos organismos do solo, aspecto fundamental para ampliar a sua ação em um espectro amplo de variações ambientais (Hungria et al., 1999).

A dinâmica da matéria orgânica em ecossistemas, natural ou manejado, é importante, porque esta pode afetar a reciclagem de nutrientes, influenciar a estrutura do solo e desempenhar um significante papel na função biológica do solo (Phiri et al., 2001). O cultivo do solo que previamente suportava uma vegetação nativa ou pastagem, geralmente leva uma redução no nível da matéria orgânica, sendo que o preparo do solo associado com o cultivo têm sido considerados os responsáveis por esse declínio (Dalal & Chan, 2001), concordando com Fernandes et al. (1999) e com Olness et al. (1989), que relataram que a combinação dos efeitos do preparo do solo, ou seja, o aumento da temperatura máxima, da porosidade superficial, da incorporação de resíduos culturais e da desidratação do solo, comumente resultam no decréscimo do carbono orgânico total, principalmente na camada de 0 a 5 cm do solo. Para Corazza et al. (1999), a ruptura dos agregados promove uma desestabilização da matéria orgânica tornando-a susceptível à decomposição microbiana.

A matéria orgânica do solo interage com argilominerais e óxidos formando complexos organominerais estáveis, os quais podem afetar as propriedades químicas, físicas e biológicas do solo. No trabalho realizado por Almeida & Dick (2001), a

capacidade de troca de cátions (CTC) apresentou alta correlação com os teores de carbono orgânica para certos tipos de solos.

Os principais aspectos favoráveis na manutenção e/ou adição da matéria orgânica no solo são: (a) aumento da capacidade de retenção de água; (b) melhoria do estado de agregação do solo e infiltração de água no perfil; (c) incremento na vida biológica do solo; (d) redução das perdas de nutrientes, favorecendo sensivelmente o seu suprimento às plantas; (e) complexação do alumínio e manganês que encontram-se em níveis tóxicos no solo; (f) aumento das CTC (capacidade de troca de cátions) efetiva do solo; (g) melhoria do desenvolvimento e rendimento final das culturas (Calegari, 1999).

Amado et al. (2001), num Argissolo Vermelho distrófico arênico, avaliaram o efeito residual do preparo do solo com arado e grade sobre o estoque de carbono orgânico do mesmo. Os resultados obtidos mostraram que ao oitavo ano de plantio direto, incluindo milho/pousio, em todos os sistemas de cultura, com plantas de cobertura, o solo apresentou estoque de carbono orgânico no mínimo semelhante ao campo natural. Os autores concluíram também que existe uma relação entre os estoques de carbono e nitrogênio no solo; por este motivo para obter maior eficiência em seqüestrar carbono, há a necessidade de haver periódicas adições de nitrogênio. Uma estratégia econômica e ambientalmente sustentável para adicionar nitrogênio é a utilização de leguminosas em sistemas de rotação de culturas.

Silveira & Stone (2001), após doze anos de cultivo em área irrigada por pivô central num Latossolo Vermelho perférrico no Estado de Goiás, obtiveram teores de matéria orgânica semelhante aos iniciais, não sendo influenciados pelos sistemas de manejo do solo e pelas rotações de culturas.

Os resíduos vegetais deixados na superfície e o não revolvimento, no sistema plantio direto, provocam alterações nas propriedades físicas, químicas e biológicas do solo cultivado, que por sua vez, se refletem na fertilidade e na eficiência do uso de nutrientes pelas culturas (Santos et al., 1995). Para Alcântara et al. (2000) a não incorporação da biomassa, independente da cultura, dado o seu menor contato com o solo, pode tornar mais lenta a decomposição e conduzir a efeitos no solo num maior prazo do que quando se faz a incorporação. Os autores constataram aos 120 dias após o manejo, maiores valores de potássio, cálcio e somas de bases no solo, nas profundidades de 0 a 5 cm e 0 a 10 cm para o manejo da cobertura não incorporada, igualando-se ao manejo com incorporação.

A acidificação do solo é determinada pelo aumento da atividade de hidrogênio na solução do solo e é influenciada por fatores edáficos, climáticos e biológicos. Por exemplo, solos arenosos, com pouca argila, acidificam mais rapidamente devido a baixa capacidade de troca de cátions e alto potencial de lixiviação (Carver & Ownby, 1995).

De acordo com Souza et al. (1993), o índice pH, para uma produção de grãos de soja em torno de 3.000 $kg.ha^{-1}$, é de 5,6 a 6,0, pois é neste intervalo em que as plantas têm boas condições de assimilação de nutrientes, tais como fósforo, potássio, enxofre e nitrogênio. Segundo os autores, para a região do cerrado, a saturação por bases deve estar em torno de 50%, apresentando decréscimo na produção quando a saturação por bases é maior que 60%, pois nesta situação poderá induzir a deficiência de zinco, cobre e manganês.

A calagem é a primeira prática a ser adotada no manejo químico do solo. Entretanto, a dose excessiva e/ou a má distribuição e incorporação na lavoura de soja tem induzido a desequilíbrios nutricionais, principalmente no tocante à deficiência de micronutrientes metálicos (cobre, zinco e manganês). Este fato é bastante evidente em áreas com sistema plantio direto ou cultivo mínimo, o qual não tem levado em consideração esses aspectos (Vitti & Luz, 1998). Segundo os autores, a deficiência de manganês em soja pode ser suprida por aplicações do elemento via solo ou foliar, esta com melhores resultados.

Santos et al. (1995) verificaram que a aplicação de calcário na superfície em plantio direto foi eficiente para evitar a reacidificação da camada superior do solo, causada, principalmente, pelo uso de fertilizantes nitrogenados. Silveira & Stone (2001) obtiveram os maiores valores de pH e Ca + Mg trocáveis e os menores de Al trocável, em todas as camadas amostradas, para os sistemas de rotação de culturas que incluíam a soja. Os autores atribuem isto à não fertilização nitrogenada na soja, o que contribuiu para minimizar esta reacidificação do solo.

Avaliando as alterações na fertilidade de um Latossolo Roxo, Hernani (2000) verificou, após oito anos de implantação dos sistemas, que com exceção do fósforo, todas as demais variáveis estudadas (cálcio, magnésio, potássio e matéria orgânica) tendem a crescer linearmente com o tempo nas parcelas com o plantio direto e a decrescer linearmente com as gradagens. O autor concluiu que o plantio direto foi o sistema de manejo mais eficaz quanto à melhora da qualidade química do solo, com ênfase para a camada de 0 a 5 cm. Também, Silveira et al. (2000) concluíram que na profundidade de 0 a 5 cm, os valores de pH,

cálcio, magnésio, fósforo, potássio e saturação por bases do solo são maiores no sistema plantio direto do que no convencional com arado e grade. Barizon (2001) constatou que a aplicação de calcário na superfície do solo promoveu aumento do pH, do teor trocável de cálcio e da saturação de bases, de forma mais acentuada até a profundidade de 10 cm, e reduziu o teor de cobre até a profundidade de 20 cm.

Lima (2001) num Nitossolo Vermelho distroférrico em cultivo de soja safrinha (semeadura 28/02/2000) obteve produtividade de grãos média de 750 $kg.ha^{-1}$. O autor não constatou aumento da produtividade com aplicação de 3.000 $kg.ha^{-1}$ de calcário em superfície, apesar de ter verificado o efeito de aumento no pH e diminuição na acidez potencial (H + Al) até na camada de 20 a 40 cm, concluindo ser possível iniciar o sistema plantio direto, em solo anteriormente cultivado no sistema convencional de preparo, mediante a aplicação de calcário na superfície, sem prévia incorporação. Já Mello (2001), em Latossolo Vermelho distroférrico, obteve aos 12 meses após a calagem, maiores valores de pH e saturação de bases no plantio direto na camada de 0 a 5 cm, e maiores no preparo convencional de 10 a 20 cm de profundidade. Na camada intermediária, não houve diferença entre os sistemas de manejo, concordando com Costa (2000). Para este, a calagem superficial foi um modo eficiente de aplicação de calcário para a soja, mas na implantação do sistema plantio direto, a incorporação do calcário é a forma mais adequada de aplicar calcário para o trigo, quando se usa cultivar com sensibilidade ao alumínio tóxico.

A soja por suas características, possui um alto requerimento de nutrientes, principalmente o nitrogênio. Este é suprido por fixação simbiótica do N_2 da atmosfera. O período de pico da demanda de nitrogênio em soja é entre os estágios de desenvolvimento R1 e R6 (Lamond & Wesley, 2001). Estes autores constataram que a aplicação de nitrogênio via irrigação em soja aumentou em 11% a produtividade da cultura, sendo economicamente viável para sistemas agrícolas de alta produtividade.

No Programa Integrado de Diagnósticos para o Aumento da Produtividade (PIDAP), baseado em informações obtidas de uma área de 150.000 hectares de soja, no Estado do Mato Grosso, safra 97/98, os resultados mostraram que o desequilíbrio de potássio, zinco, enxofre, boro e nitrogênio, representou 94% da perda devido aos fatores de ordem nutricional, indicando ser esses os fatores a serem corrigidos inicialmente. Dentre os fatores não nutricionais (planta daninha, estande, seca, perdas na colheita) verificou-se que a

seca foi o único fator relevante sobre a área total que afetou a produtividade (Martins et al., 1999).

Em solos não esgotados em potássio, com teores trocáveis da ordem de 0,12 $cmmol_c$, não seria esperada resposta da soja ao fertilizante potássico (Rosolem et al., 1996). Rosolem et al. (1988) demonstraram que, quando o solo continha menos que 0,12 $cmmol_c$, a soja dependia de formas não trocáveis do nutriente para sua nutrição.

Segundo Souza et al. (1993), os solos do cerrado são bastante intemperizados, apresentando baixas reservas de potássio, portanto a resposta da cultura da soja nestas condições é muito grande. Outro elemento importante para a produção de grãos é o fósforo, que também apresenta baixa disponibilidade nas condições naturais do cerrado. Os autores destacam a importância da calagem antes da implantação da cultura, onde para a dose de 100 $kg.ha^{-1}$ de P_2O_5 na área sem calagem (pH 4,5 em água) a produtividade de grãos foi de 750 $kg.ha^{-1}$, enquanto esta mesma dose de fósforo aplicado na área onde foi feita a calagem proporcionou 2.000 $kg.ha^{-1}$ de grãos de soja. Araújo et al. (1995) também, em solo anteriormente sob cerrado, obteve produtividade de grãos de soja na ordem de 716, 1.237, 1.825, 1.919 e 2.131 $kg.ha^{-1}$, respectivamente, na aplicação das doses de 0, 145, 290, 435 e 580 $kg.ha^{-1}$ de P_2O_5.

Tokura et al. (2001) concluíram que o sistema plantio direto proporcionou aumento na disponibilidade de fósforo para as culturas, com o decorrer do tempo de implantação do sistema.

5 MATERIAL E MÉTODOS

5.1 Material[1]

5.1.1 Campo experimental

O experimento foi conduzido em área da Fazenda Experimental Lageado, da Faculdade de Ciências Agronômicas, Campus de Botucatu, UNESP, Estado de São Paulo, localizada geograficamente pelas coordenadas 22^{o} 49' Latitude Sul e 48^{o} 25' Longitude Oeste, com altitude de 770 metros, no período compreendido entre abril de 1999 à maio de 2001. O clima local é do tipo "Cfa", subtropical chuvoso, segundo a classificação de Koppen. A área experimental está situada lateralmente à Rodovia Alcides Soares (Botucatu-Vitoriana), possui declividade média de 0,03 m.m^{-1} e face de exposição leste e oeste.

5.1.2 Solo

O solo da área experimental foi classificado por Carvalho et al.. (1983) como Terra Roxa Estruturada, textura muito argilosa, com relevo plano a suave ondulado e com boa drenagem. De acordo com o novo Sistema de Classificação de Solos (Embrapa,

[1] As marcas comerciais citadas no texto não significam indicação para uso e as especificações técnicas estão conforme os catálogos ou manuais dos fabricantes.

1999), este solo passou a denominar-se “Nitossolo Vermelho distrófico”. Os dados morfológicos e a composição granulométrica dos horizontes do perfil modal do mesmo encontram-se descritos a seguir:

Horizonte A_p: profundidade de 0-12 cm; vermelho ferrugem (10R 3/6 úmido), argiloso, granular, grande, forte, ligeiramente duro, friável, plástico e pegajoso, transição plana e clara. 210 $g.kg^{-1}$ de areia, 290 $g.kg^{-1}$ de silte e 500 $g.kg^{-1}$ de argila.

Horizonte B_{21}: profundidade de 12-40 cm; vermelho (10R 4/6 úmido), muito argiloso, composta por blocos subangulares médios a grandes, forte e prismática, média, moderadamente desenvolvida, cerosidade moderada, comum, duro, firme, muito plástico e muito pegajoso, transição plana e gradual. 140 $g.kg^{-1}$ de areia, 170 $g.kg^{-1}$ de silte e 690 $g.kg^{-1}$ de argila.

Horizonte B_{22}: profundidade de 40-85 cm; vermelho (10R 4/6 úmido), muito argiloso, composta por blocos subangulares e angulares, grandes e prismática, média, fortemente desenvolvida, cerosidade forte, abundante, muito duro, friável, muito plástico e muito pegajoso, transição plana e gradual. 150 $g.kg^{-1}$ de areia, 170 $g.kg^{-1}$ de silte e 680 $g.kg^{-1}$ de argila.

Horizonte B_{23}: profundidade de 85-135 cm; vermelho (10R 4/6 úmido), muito argiloso, blocos subangulares, médios, moderadamente desenvolvidos, cerosidade moderada, comum, duro, friável, muito plástico e muito pegajoso, transição plana e gradual. 170 $g.kg^{-1}$ de areia, 180 $g.kg^{-1}$ de silte e 650 $g.kg^{-1}$ de argila.

Horizonte B_3: profundidade de 135-200 cm; vermelho (10R 4/6 úmido), muito argiloso, blocos subangulares, médios, fracamente desenvolvidos, cerosidade fraca, pouca e descontínua, ligeiramente duro, muito friável, muito plástico e muito pegajoso. 170 $g.kg^{-1}$ de areia, 200 $g.kg^{-1}$ de silte e 630 $g.kg^{-1}$ de argila.

No Quadro 1 estão apresentadas algumas características físicas deste solo, na profundidade de 0-30 cm (Levien, 1999).

Quadro 1: Características físicas do solo, coletado no local do experimento, na profundidade de 0-30 cm, conforme Levien (1999).

Limite de liquidez	468,9 $g.kg^{-1}$
Limite de plasticidade	340,0 $g.kg^{-1}$
Índice de plasticidade	128,9 $g.kg^{-1}$
Densidade das partículas	2,99 $kg.dm^{-3}$

O Quadro 2 apresenta os resultados da análise química do solo nas camadas de 0 a 8 e 9 a 20 centímetros de profundidade, antes da implantação do experimento (amostragem 05/02/1999, Furlani, 2000).

.

Quadro 2: Resultados da análise química do solo nas camadas de 0 a 8 e de 9 a 20 centímetros de profundidade (Furlani, 2000).

	pH	M.O.	P resina	H+AL	K	**Ca**	**Mg**	**SB**	**CTC**	**V**
Profund.	$CaCl_2$	$g.dm^{-3}$	$mg.dm^{-3}$	$m.mol.dm^{-3}$						%
0 a 8 cm	5,30	30,2	55	38,5	3,8	41	14,6	59,4	98	61
9 a 20 cm	5,40	32,6	39	36,3	4,8	46	17,3	68,3	105	66

5.1.3 Precipitação pluviométrica

Os resultados da precipitação pluviométrica ocorrida durante o período, encontram-se tabulados no Quadro 3 e na Figura 1.

Quadro 3 Precipitação pluviométrica acumulada (mm) por decêndio e total mensal, no período de abril de 1999 a abril de 2000.

Mês/Ano	1º Decêndio	2º Decêndio	3º Decêndio	Total mensal
Abril/1999	20	0	0	20
Maio/1999	22	0	5	27
Junho/1999	0	48	55	103
Julho/1999	40	22	0	66
Agosto/1999	0	0	0	0
Setembro/1999	10	12	0	22
Outubro/1999	0	20	17	37

continua

Novembro/1999	0	0	45	45
Dezembro/1999	23	25	58	106
Janeiro/2000	105	110	70	285
Fevereiro/2000	30	22	15	65
Março/2000	22	0	0	22
Abril/2000	12	0	0	12
Maio/2000	10	0	0	10
Junho/2000	0	4	0	4
Julho/2000	0	20	55	70
Agosto/2000	20	22	54	96
Setembro/2000	15	0	0	15
Outubro/2000	0	0	0	0
Novembro/2000	85	38	128	251
Dezembro/2000	150	65	90	305
Janeiro/2001	45	71	23	139
Fevereiro/2001	36	48	50	134
Março/2001	79	15	22	102

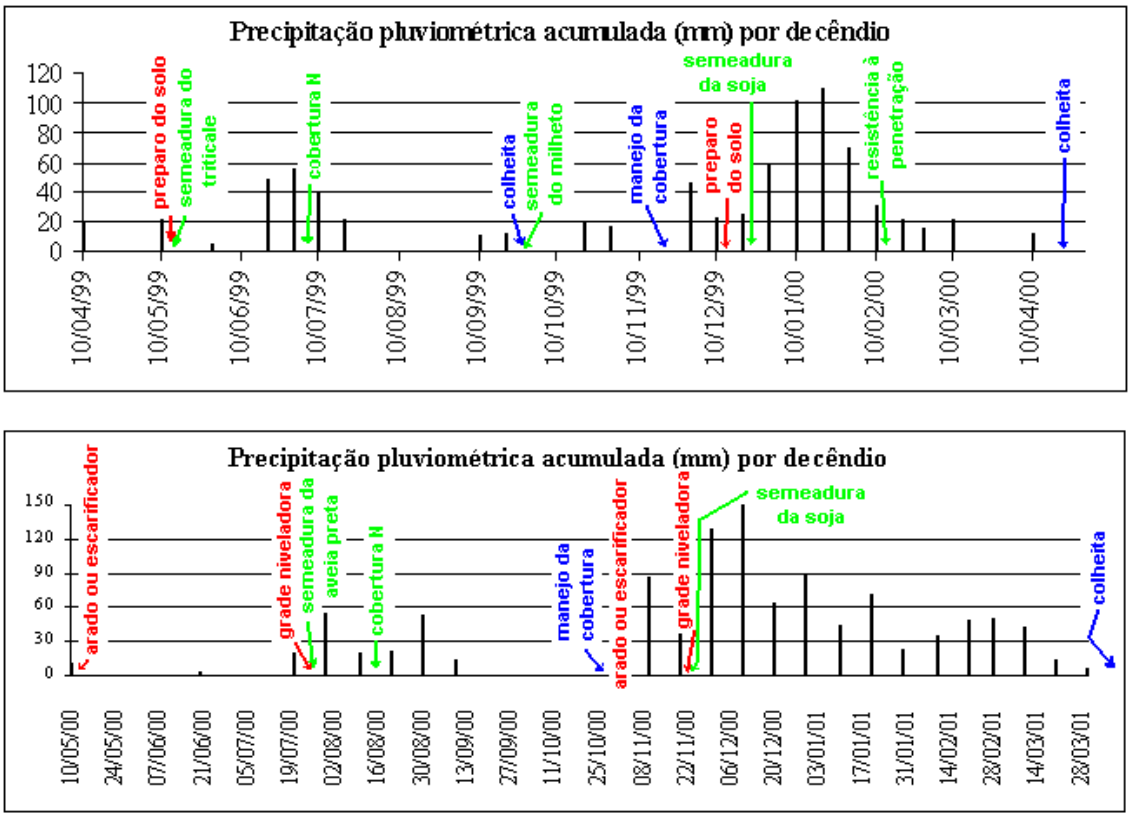

FIGURA 1: Precipitação pluviométrica acumulada (mm) por decêndio e fases da experimentação.

5.1.4 Tratores, máquinas e equipqmentos agrícolas

5.1.4.1 Tratores

-Trator marca Massey Ferguson, modelo MF 235, com tração 4 x 2, potência máxima de 33,1 kW no motor a 2.250 rpm e massa de 2.200 kg em ordem de marcha com lastro.

- Trator marca Massey Ferguson, modelo 296, tração 4x2, potência de 81,9 kW máxima na TDP, massa em ordem de marcha de 3743 kg, pneus traseiros 18.4x30R2, pneus dianteiros 12.4x24, com pressão de inflação de 90 e 120 kPa, respectivamente.

- Trator marca Valmet, modelo 128, com tração dianteira auxiliar (TDA), potência de 90,5 kW no motor, massa em ordem de marcha de 7.260 kg, pneus traseiros R1 18.4-34, pneus dianteiros R1 14.9-26, com pressão de inflação de 95 e 110 kPa, respectivamente.

- Trator marca SLC-John Deere, modelo 6600, com tração dianteira auxiliar (TDA), potência de 89,0 kW no motor, massa em ordem de marcha de 5.110 kg, pneus traseiros R1 23.1-30, pneus dianteiros R1 14.9-26, com pressão de inflação de 100 e 110 kPa, respectivamente.

5.1.4.2 Máquinas e equipamentos

- Arado reversível marca Jan, modelo AR-430, montado, de quatro discos com diâmetro de 762 mm (30”), espaçados em 610 mm, ângulo horizontal e vertical de 49^{o} e 20^{o}, respectivamente e massa de 810 kg.

- Escarificador marca Jan, modelo Jumbo Matic JMHD-7, de arrasto, acionado por controle remoto, com sete hastes espaçadas a 350 mm, ponteiras reversíveis de 50 mm de largura, comprimento de 430 mm e ângulo de 24^{o} com o plano horizontal, com largura de operação de 2,45 metros, equipado com discos de corte flutuante de 457 mm (18”) inseridos à frente de cada haste, rolo destorroador/nivelador laminar dentado e massa de 1075 kg;

- Grade destorroadora-niveladora de discos, excêntrica, marca Marchesan, modelo GNCR, de arrasto, acionamento pelo sistema hidráulico de controle remoto, equipada com 36 discos de 508 mm (20”) x 3,95 mm e concavidade de 60 mm, espaçados entre si 195 mm, sendo os 18 discos da seção dianteira côncavos recortados e os da seção traseira côncavos lisos. Possui massa total de 1492 kg e largura de trabalho de 3,1 m, operada com ângulo de 34^{o} entre as seções e 18^{o} de ataque dos discos.

- Semeadora-adubadora de fluxo contínuo, marca Semeato, modelo TD-300, de arrasto, acionamento por controle remoto, com 15 linhas espaçadas de 200 mm, com disco de corte lisos de 356 mm (14”) de diâmetro colocado à frente de cada linha de semeadura, sulcadores de discos duplos com 330 mm (13”) para adubo e semente e rodas compactadoras dispostas em forma de “V” com 305 mm (12”) de diâmetro. Capacidade dos depósitos de adubo e de semente de 790 kg e de 400 kg, respectivamente e massa de 2.210 kg.

- Semeadora adubadora de precisão, de arrasto, marca Tatu, modelo PST2, acionamento por controle remoto, com 6 linhas espaçadas de 450 mm, com disco de corte corrugado de 406 mm (16”) de diâmetro colocado à frente de cada linha de semeadura, sulcadores do adubo tipo haste escarificadora ou facão (espessura de 10 mm e ponteira de 30 mm) e de sementes tipo disco duplo com diâmetro de 331 mm (13”) concêntricos, rodas limitadoras de profundidade de borracha com 241 mm (9,5”) de diâmetro, rodas compactadoras em “V”, de borracha com 305 mm (12”) de diâmetro, rodas para transporte e acionamento dos dosadores de adubo e sementes com 750 mm de diâmetro dotadas de pneus 6.50-16, dosadores de adubo e de sementes tipo rotor dentado horizontal e discos horizontais perfurados. Com capacidade de 40 kg de sementes por linha (total de 240 kg) e 725 kg de adubo e massa de 1.575 kg.

- Triturador de palhas tratorizado, marca Jan, modelo Tritton 2300, montado, com rotor horizontal de 607 mm de diâmetro, 64 facas móveis reversíveis, com largura de corte de 2.300 mm e massa de 735 kg. Rotação do rotor de 1.750 à 540 rpm de rotação na TDP.

- Rolo-faca de arrasto, marca Dobruski, modelo LS 2000, composto por dois rolos de 60 cm de diâmetro, largura de 2 m, facas com altura de 10 cm e ângulo de inclinação de 45º. O rolo anterior apresenta 10 facas e o posterior 7 facas. A massa de cada rolo lastrado com água está em torno de 650 kg.

- Pulverizador de barras, marca Jacto, modelo PJ 400, montado, com barra de 12 m de largura, provida de 24 pontas tipo jato em leque Albuz 11002, espaçados em 500 mm, tanque com capacidade para 400 litros de calda, pressão de trabalho de 309 kPa (45 psi), largura útil de 12 m e massa de 200 kg (vazio).

- Pulverizador costal, marca Jacto, modelo PJH, acionamento manual, tanque com capacidade para 20 litros de calda, bomba tipo pistão duplo, com pressão de trabalho entre 103 e 619 kPa (de 15 a 90 psi); pontao instalada JD–12–P, vazão de 615 $ml.min^{-1}$ a 330 kPa (48 psi).

- Colhedora autopropelida de grãos, marca Massey Ferguson, modelo MF 1630, com plataforma de 3,9 m, picador-distribuidor de palhas e massa de 5459 kg.

- Colhedora de parcelas autopropelida para grãos, marca Wintersteiger Seedmech, modelo NM – Elite, dotada de plataforma para colheita de soja (3 linhas), com picador e distribuidor de palhas e massa de 1.280 kg.

- Trilhadora estacionária, marca Eda, modelo TR-Parcela, cilindro e côncavo de dentes, acionada por motor elétrico.

5.1.5 Insumos agrícolas

5.1.5.1 Sementes

- 160 $kg.ha^{-1}$ de sementes de triticale (*Triticum turgidocereale* (Kiss)), cv. comum, poder germinativo de 73% e semeadas com espaçamento entre linhas de 200 mm.

- 20 $kg.ha^{-1}$ de sementes de milheto (*Pennisetum americanum*), cv. BN2, poder germinativo de 69%, pureza mínima de 98% e semeadas com espaçamento entre linhas de 200 mm.

- sementes de soja (*Glicine max* L.) cultivar IAC-17, poder germinativo de 90%, pureza física 100%, densidade de semeadura de 20 sementes por metro (444.444 sementes por hectare), com espaçamento de 450 mm entre linhas.

- sementes de soja (*Glicine max* L.) cultivar CO-201, poder germinativo de 92%, pureza física 100%, densidade de semeadura de 20 sementes por metro (444.444 sementes por hectare), com espaçamento de 450 mm entre linhas.

- 80 kg.ha^{-1} de sementes de aveia preta (*Avena strigosa* Schreb.), cv. Comum, poder germinativo de 90%, pureza mínima de 98% e semeadas com espaçamento entre linhas de 200 mm.

- sementes de soja (*Glicine max* L.) cultivar FT-2000, poder germinativo de 90%, pureza mínima de 99%, densidade de semeadura de 17,1 sementes por metro (380.000 sementes por hectare), com espaçamento de 450 mm entre linhas.

5.1.5.2 Fertilizantes

- Cultura do triticale: 150 kg.ha^{-1} de adubo formulado (4-14-8), aplicado por ocasião da semeadura e 50 kg.ha^{-1} de uréia (42-0-0) em cobertura (produtividade esperada de 2000 a 3000 kg.ha^{-1}).

- Cultura da aveia preta: 185 kg ha^{-1} de adubo formulado (4-14-8), aplicado por ocasião da semeadura e 66 kg.ha^{-1} de uréia (45-0-0) em cobertura.

- Cultura da soja (nas duas safras): 185 kg.ha^{-1} de adubo formulado (8-28-16), aplicado por ocasião da semeadura (produtividade esperada de 3200 kg.ha^{-1}).

5.1.5.3 Defensivos agrícolas e inoculante

- Herbicidas: Glyphosate 360g.L^{-1}(3,0 L.ha^{-1} em área total no início do experimento; e 2,0 L.ha^{-1} para dessecação das parcelas em plantio direto, manejo com herbicida e pousio); Oxasulfuron 750 g.kg^{-1} (80 g.ha^{-1}, grânulos dispersíveis em água) e Fluazifop-P-Butil 125 g.L^{-1} (1,8 L.ha^{-1}), seletivos para a cultura da soja e aplicado em pós emergência.

- Fungicida: Carboxin 200 g.L^{-1}+ Thiran 200 g.L^{-1} (250 mL.100 kg^{-1} de sementes) usados no tratamento das sementes de soja.

- Inoculante turfoso: estirpes de *Bradirrizobium japônico*.

5.1.6 Material e equipamentos para coleta de amostras e avaliações

5.1.6.1 Determinação da resistência do solo à penetração

- Penetrógrafo marca Soilcontrol, modelo Penetrographer SC-60, penetração máxima de 60 cm, resistência de 76 kg.cm^{-2}, carga máxima admitida de 120 kg, cone/haste padrão American Society of Agricultural Engineering (1996b), com ângulo sólido de 60º, área da base de 1,29 cm^2 e diâmetro da base de 9,5 mm, dimensões de 35 x 37 x 12 cm, sem haste, com massa de 4 kg; e cartões padronizados para registro dos dados.

5.1.6.2 Temperaturas do solo e do ar

- 54 termopares de cobre-constantan, constituídos de uma haste metálica de 300 mm de comprimento, em cuja extremidade situa-se o bulbo sensível e de um fio com 1.500 mm de comprimento que faz a ligação entre a haste e os terminais (polos), onde é acoplado o registrador digital da temperatura (“Hanna Instruments”) no momento de sua leitura; 48 e 6 estacas de madeira com 1.500 e 2.000 mm de comprimento, respectivamente.

5.1.6.3 Determinação da rugosidade superficial, área do perfil mobilizado e profundidade de trabalho dos implementos de preparo do solo

- Perfilômetro de madeira com 60 hastes (varetas) espaçadas em 50 mm, construído e descrito por Lanças (1987), piquetes de madeira, enxadas, cordões de algodão e mareta.

5.1.6.4 Determinação da distribuição do tamanho dos agregados

- Estrutura metálica sem fundo com dimensões de 30x30x20 cm, soquete de madeira, chapa de aço plana medindo 45x35 cm, enxadas, caixas de papelão com as mesmas dimensões citadas para a estrutura metálica, fita adesiva, estufa elétrica, balança eletrônica com precisão de 1 g, peneira rotativa concêntrica, descrita em Dallmeyer et al. (1992).

5.1.6.5 Determinação da patinagem da roda transportadora-acionadora da semeadora-adubadora e da roda motriz traseira do trator

- Utilizou-se um sistema de aquisição de dados computadorizado ("micrologger 21X", marca "Campbel Scientific"),com programa desenvolvido por Silva (1997), para monitorar e exibir os dados provenientes dos sinais gerados pelos geradores de pulsos. Os dados, registrados com freqüência de 5Hz, foram armazenados em um módulo de armazenamento externo ("Storange module SM196") e posteriormente transferido ao computador.

- Geradores de pulsos de marca S&E Instrumentos de testes e medições, modelo GIPD-60-U-12V, os quais realizaram conversão de movimentos rotativos (deslocamento linear) em impulsos elétricos, gerando 60 pulsos por volta do rodado do trator e do eixo que aciona a distribuição do adubo e das sementes.

5.1.6.6 Determinação da força na barra de tração do trator

- Na operação de preparo do solo para implantação da cultura da soja, utilizou-se um transdutor de força (célula de carga de 100 kN), fabricado pela SODMEX, tipo: N – 400, com sensibilidade de 1,998 $mV.V^{-1}$. Dois painéis, construídos e descritos em Silva (1997) e Silva & Benez (1997) foram acondicionados sobre uma tábua, fixada por parafusos nas barras verticais da estrutura de proteção contra capotagem (EPCC) do trator Valmet 128 (subitem 5.1.4.1). Um deles (painel 1), possuindo cronômetro, foi ligado aos pólos da bateria do trator, por meio de um cabo de alimentação e o outro (painel 2), possuindo indicador de força integrada e registrador de pico de força, foi conectado, por cabos, ao painel 1 e ao transdutor de força.

- Nas operações de gradagens (preparo periódico secundário do manejo do solo convencional) e de semeadura da soja utilizou-se o mesmo transdutor de força, acondicionado entre o trator SLC-John-Deere (subitem 5.1.4.1) e os respectivos equipamentos, acondicionado sobre um suporte fixado na carcaça do trator (construídos e descritos em Tanaka (2001)) e seu cabo conectado no "micrologger 21X" (subitem 5.1.6.5), com freqüência de aquisição de dados de 5Hz.

5.1.6.7 Determinação da velocidade de deslocamento dos conjuntos tratorizados

- Cronômetros manuais (utilizados no preparo do solo para a implantação da cultura da aveia preta, na semeadura da aveia preta e manejo da cobertura), cronometro instalado nos painéis (utilizados nas operações de preparo do solo para a implantação da cultura da soja) e monitoramento da velocidade feito através da freqüência de aquisição de dados de 5Hz do "micrologger 21X" (subitem 5.1.6.5).

5.1.6.8 Determinação do consumo de combustível dos conjuntos tratorizados

- O equipamento medidor volumétrico de consumo de combustível utilizado foi construído e descrito por Gamero et al. (1986) e instalado no trator Valmet 128 (subitem 5.1.4.1), utilizado na determinação do consumo de combustível das operações de preparo do solo, manejo da cobertura e semeadura da cultura da aveia preta.

- Nas operações de gradagens (preparo periódico secundário do manejo do solo convencional) e de semeadura para implantação da cultura da soja utilizou-se para avaliação do consumo de combustível, um fluxômetro, marca "Flowmate" oval, modelo M-III, instalado em um suporte, próximo ao filtro de combustível do trator SLC-John Deere (subitem 5.1.4.1). Gerou-se uma unidade de pulso a cada mL de combustível que passou pelo mesmo (o combustível que retornaria para o tanque foi desviado para a bomba injetora, de modo a não passar novamente pelo medidor), sendo registrado pela sistema de aquisição de dados especificado no subitem 5.1.6.5.

5.1.6.9 Outros materiais

- Trilhadora estacionária (cultura do triticale), colhedora autopropelida para parcelas (cultura da soja dos dois anos), trenas de 5 e 20 m de comprimento, sacos de

papel e de plástico e de estopa, balança eletrônica com precisão de 1 g, estufa elétrica (ventilação forçada), latas numeradas de alumínio com tampa, régua graduada de 300 mm, marretas, enxadas, estacas, tintas, pranchetas, bandejas plásticas, pincéis atômicos, etiquetas, quadrado com 0,50 m de lado etc.

5.2 Métodos

5.2.1 Delineamento experimental

O experimento foi constituído de doze tratamentos (três sistemas de preparo e quatro condições de cobertura do solo antecedendo a implantação da cultura da soja), em arranjo fatorial 3x4, delineados em blocos casualizados, com quatro repetições, totalizando 48 parcelas. Também foi utilizado o arranjo fatorial 3x3 quando nas análises não se utilizou as parcelas em pousio. Quando da análise individual de cada operação de preparo do solo, considerou-se delineamento em blocos casualizados, com 4 tratamentos (condições de cobertura do solo) e 4 repetições.

Cada parcela possuía 7 m de largura por 20 m de comprimento, perfazendo uma área de 140 m^2. Os blocos foram separados por carreadores de 15 m de largura para trânsito, manobras e estabilização operacional dos diversos conjuntos motomecanizados empregados no decorrer do experimento, em continuidade das pesquisas realizadas por Levien (1999) e Furlani (2000).

Foram demarcadas subáreas específicas dentro de cada parcela para as diferentes determinações, conforme as Figuras 2a e 2b.

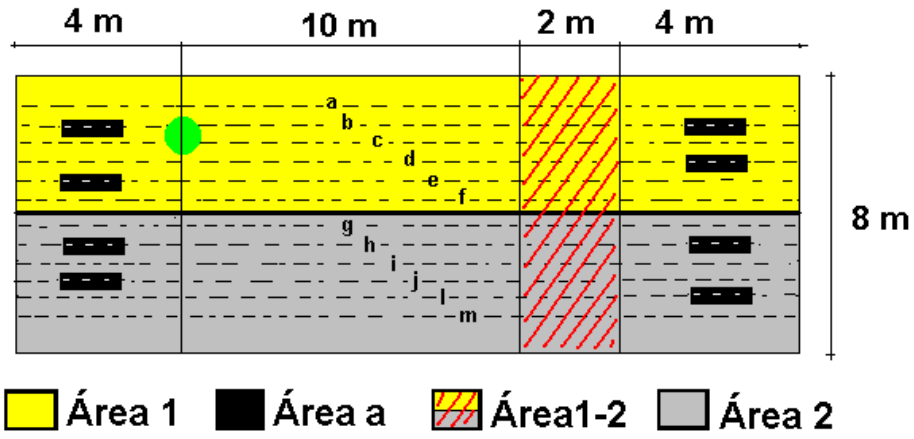

FIGURA 2a: Áreas utilizadas para coleta de dados e amostras de solo, dentro de cada parcela, safra 1999/2000.

Na Figura 2a as linhas tracejadas são fileiras de plantas de soja (espaçadas 0,45 m entre si), sendo: *a, b, c, d, e, f* da 1ª passada da semeadora (cv. IAC-17); *g, h, i, j, l, m* da 2ª passada da semeadora (cv. CO-201); *a, f, g, m* as bordaduras; *b, c, d, e, h, i, j, l* as fileiras úteis. Sendo assim, a área *"1"* corresponde ao cultivar IAC-17 e a área *"2"* ao cultivar CO-201. A extensão entre os 10m, mostrados na Figura 2a, foi utilizada para determinação da produção de grãos (somente nas fileiras úteis); as áreas "*a*" foram utilizadas para coleta de plantas de soja e de cobertura vegetal morta do solo durante o ciclo da cultura da soja; a área *"1-2"* foi utilizada para as determinações de população de plantas de soja e velocidade de emergência; e a pequena área verde foi o local de colocação do sensor de temperatura do solo (descrito no subitem 5.1.6.5).

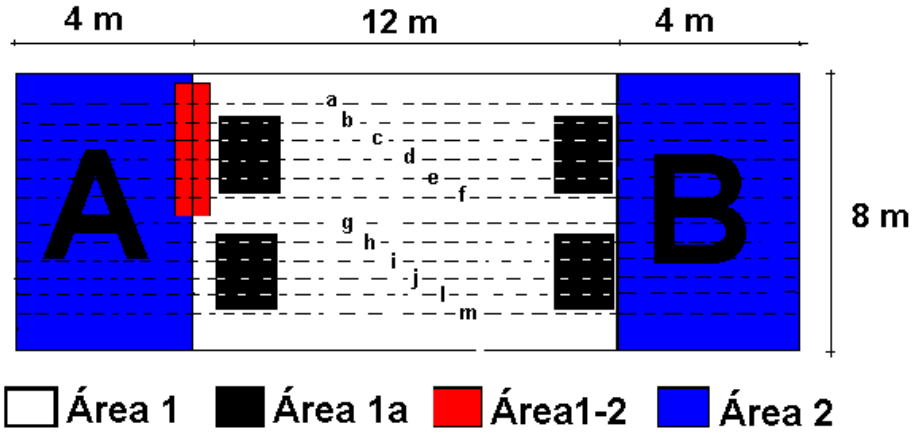

FIGURA 2b: Áreas utilizadas para coleta de dados e amostras de solo, dentro de cada parcela (safra 2000/2001).

Na Figura 2b, as linhas tracejadas são fileiras de plantas de soja (espaçadas 0,45 m entre si, cv. FT-2000), sendo: *a, b, c, d, e, f* da 1ª passada da semeadora; *g, h, i, j, l, m* da 2ª passada da semeadora; *a, f, g, m* são as bordaduras; e *b, c, d, e, h, i, j, l* são as fileiras úteis. A área *"1"* foi utilizada para determinação da produção de grãos (somente nas fileiras úteis); as áreas *1a* foram utilizadas para coleta de plantas daninhas, plantas de soja e de cobertura morta do solo durante o ciclo da cultura da soja; a área *"1-2"* foi utilizada para levantamento dos perfis do solo; a área *"2A"* foi utilizada para coleta das amostras de solo e a área *"2B"* para as determinações de população de plantas de soja e velocidade de emergência.

5.2.2 Histórico e adequação da área experimental

As parcelas experimentais conservaram os mesmos tratamentos de manejo da cobertura de entressafra e de manejo do solo nos anos de 1996, 1997, 1998 e no presente período. A sucessão aveia preta/milho compôs as safras 1996/97 e 1997/98. Na safra 1998/99 o consórcio aveia/nabo forrageiro (*Raphanus sativus* L.) formou a cobertura de entressafra, e o feijão, o cultivo de verão. Após a colheita do feijão, em fevereiro de 1999, a área permaneceu em pousio até abril, quando do momento das operações de preparo do solo para a implantação da cultura do triticale, desta pesquisa. Em setembro de 1999, por semeadura direta, a área recebeu a cultura do milheto, que se desenvolveu pouco devido ao estresse hídrico sofrido. A área experimental recebeu a aplicação de calcário para a elevação da saturação de bases a 70 %, em área total, em 20/05/1996, com posterior escarificação do solo; em 18/09/1997, respeitando-se os sistemas de manejo do solo, conforme Levien (1999); e em 01/04/1998, conforme Furlani (2000). Maior detalhamento sobre esta área experimental estão disponíveis nestas citações. Após essa última calagem do solo, as parcelas experimentais não mais receberam calcário, com o objetivo de avaliar o possível efeito benéfico, indireto, das plantas de cobertura do solo na manutenção das propriedades químicas e pelo fato da cultura de verão das safras seguintes, soja, não receber adubação nitrogenada na forma amoniacal, não contribuindo no aumento da acidez do solo.

As Figuras 3, 4 e 5 mostram a área geral do experimento, em diferentes fases da pesquisa.

FIGURA 3: Vista geral da área experimental antes da semeadura do triticale.

FIGURA 4: Vista geral da área experimental com a cultura da aveia preta implantada.

FIGURA 5: Vista geral da área experimental com a cultura da soja implantada (safra99/00).

As Figuras 6 e 7 apresentam vistas da área com a cultura do triticale em fase reprodutiva e com a cultura do milheto, respectivamente.

FIGURA 6: Vista da área experimental com a cultura do triticale implantada (entressafra 1999).

FIGURA 7: Vista da área experimental com a cultura do milheto implantada (entressafra 1999).

5.2.3 Tratamentos

Os três sistemas de preparo do solo foram constituídos por: preparo convencional, ou seja, uma aração com arado de discos e duas gradagens destorroadora/niveladoras (CO), com implementos descritos no subitem 5.1.4.2; preparo reduzido, sendo uma escarificação conjugada com rolo destorroador/nivelador (PR), com equipamento descrito no subitem 5.1.4.2 e sistema plantio direto (PD). Em todos os tratamentos foram utilizadas as mesmas semeadoras-adubadoras, descritas no subitem 5.1.4.2.

Na safra 1999/2000, os quatro sistemas de manejo de entressafra, foram constituídos por: cultura do triticale, seguida por milheto manejado com rolo-faca (RF); cultura do triticale, seguida por milheto manejado com triturador de palhas tratorizado (TP); cultura do triticale, seguida por milheto manejado com aplicação de herbicida (HE) e cultura do triticale, seguida de solo em pousio, com plantas daninhas manejadas com herbicidas na ocasião do manejo do milheto (PO).

Na safra 2000/2001, os quatro sistemas de manejo de entressafra, foram constituídos por: cultura da aveia preta manejada com rolo-faca (RL); cultura da aveia preta manejada com triturador de palhas tratorizado (TP); cultura da aveia preta manejada com aplicação de herbicida (HE) e solo em pousio na entressafra, com plantas daninhas manejadas com herbicidas na ocasião do manejo da aveia preta (PO).

5.2.4 Instalação e condução do experimento

A seqüência de atividades para a instalação e condução do experimento encontra-se resumida nos Quadros 4 e 5, 6 e 7.

Quadro 4: Cultura do triticale e do milheto (entressafra 1999): seqüência de atividades para a instalação e a condução do experimento.

Datas	Dias em relação à semeadura	Atividades
10/04/99	***34 DAS[1]***	- dessecação da área experimental
14/04/99		- determinação da massa seca da cobertura morta do solo
20/04/99	30 DAS	- aração ou escarificação do solo para a implantação da cultura
	24 DAS	
14/05/99	--------- 0 ---------	- preparo do solo (grade niveladora-destorroadora) e semeadura do triticale: amostragens do solo para determinação do teor de água
15/05/99		- determinação da massa seca da cobertura morta do solo
05/07/99	1 DDS[2]	- adubação nitrogenada de cobertura (a lanço, manual)
17/08/99	52 DDS	- amostra de solo para determinação da fertilidade química
18/09/99	95 DDS	- amostragem da parte aérea das plantas para as determinações de número de plantas, de perfilho e de espigas por metro, matéria seca da parte aérea por hectare e por planta e amostragem da cobertura do solo
	127 DDS	
22/09/99		- colheita do triticale
	131 DDS	
23/09/99*	--------- 0 ---------	- semeadura direta do milheto: amostragens do solo para determinação do teor de água
24/09/99	1 DDS[2]	- determinação da porcentagem de cobertura morta do solo
25/11/99	63 DDS	- determinação de matéria seca da parte aérea das plantas, da cobertura do solo e do teor de água no solo.
27/11/99	65 DDS	- manejo da cobertura (milheto e vegetação espontânea)

[1] DAS - Dias Antes da Semeadura; [2] DDS - Dias Depois da Semeadura. *Semeadura dentro da época recomentada por Santon & Kichel (1997) para a região de Dourados - MS.

Quadro 5: Cultura da soja (safra 1999/00): seqüência de atividades para a instalação e a condução do experimento.

Datas	Dias em relação à semeadura	Atividades
11/12/99	6 DAS[1]	- aração ou escarificação do solo para a implantação da cultura
17/12/99	--------- 0 ---------	- preparo do solo (grade niveladora-destorroadora) e semeadura da soja
21/12/99	4 DDS[2]	- determinação da porcentagem de cobertura morta do solo
22-28/12/99	de 5 a 11 DDS	- contagem das plantas de soja emergidas
24/12/99	7 DDS	- determinação da massa seca da cobertura do solo
26/12/99	9 DDS	- determinação da temperatura do solo
04/01/00	18 DDS	- pulverização de herbicida graminicida
14/01/00	28 DDS	- pulverização de herbicida latifolicida
26/01/00	40 DDS	- 1ª amostragem para a determinação da massa seca da parte aérea da soja (estádio vegetativo – V6*) e da cobertura do solo e determinação da temperatura do solo
14/02/00	60 DDS	- determinação da resistência a penetração do solo e do teor de água no solo (início do florescimento)
25/02/00	71 DDS	- 2ª amostragem para a determinação da massa seca da parte aérea da soja (estádio vegetativo – V13* e estádio reprodutivo – R3-4*) e da cobertura do solo
26/03/00	100 DDS	- 3ª amostragem para a determinação da massa seca da parte aérea da soja (estádio reprodutivo – R5) e da cobertura do solo
22/04/01	127 DDS	- 4ª amostragem para a determinação da massa seca da parte aérea da soja (estádio reprodutivo – R8) e da cobertura do solo
25/04/01	130 DDS	- colheita da soja

[1] DAS - Dias Antes da Semeadura; [2] DDS - Dias Depois da Semeadura; * estádio do desenvolvimento da planta de acordo com POTAFOS (s.d.).

Quadro 6: Cultura da aveia preta (entressafra 2000): seqüência de atividades para a instalação e a condução do experimento.

Datas	Dias em relação à semeadura	Atividades
10/05/00	78 DAS[1]	- preparo do solo para a implantação da cultura: medição do consumo de combustível e da velocidade de deslocamento; amostragens do solo para determinação do teor de água e distribuição do tamanho dos agregados
11/05/00	77 DAS	- determinação da porcentagem de cobertura do solo
27/07/00	--------- 0 ---------	- preparo do solo (grade niveladora-destorroadora) e semeadura da aveia preta: medição do consumo de combustível e da velocidade de deslocamento; amostragens do solo para determinação do teor de água e distribuição do tamanho dos agregados
28/07/00	1 DDS[2]	- determinação da porcentagem de cobertura do solo
04/08/00	8 DDS	- amostra de solo para determinação da fertilidade
16/08/00	20 DDS	- adubação nitrogenada na aveia preta (a lanço, manual)
21/08/00	25 DDS	- 1ª amostragem para a determinação da massa seca da parte aérea da aveia preta e da cobertura do solo
15/09/00	50 DDS	- 2ª amostragem para a determinação da massa seca da parte aérea da aveia preta e da cobertura do solo
21/09/00	56 DDS	- amostra de solo para determinação do teor de água
10/10/00	75 DDS	- 3ª amostragem para a determinação da massa seca da parte aérea da aveia preta e da cobertura do solo
25/10/00	90 DDS	- 4ª amostragem para a determinação da massa seca da parte aérea da aveia preta e da cobertura do solo
27/10/00	92 DDS	- manejo das plantas de cobertura do solo: medição do consumo de combustível e da velocidade de deslocamento
28/10/00	93DDS	- determinação da porcentagem de cobertura do solo e altura de corte das plantas pelo triturador de palhas.

Quadro 7: Cultura da soja (safra 2000/01): seqüência de atividades para a instalação e a condução do experimento.

Datas	Dias em relação à semeadura	Atividades
27/10/00	27 DAS[1]	- manejo das plantas de cobertura do solo.
31/10/00	23 DAS	- preparo do solo para a implantação da cultura: desempenho operacional; teor de água e distribuição do tamanho dos agregados; leitura dos perfis do solo mobilizado
23/11/00		- determinação da porcentagem de cobertura do solo
23/11/00	--------- 0 ---------	- preparo do solo (grade niveladora-destorroadora) e semeadura da soja: desempenho operacional; amostragens do solo para determinação do teor de água e distribuição do tamanho dos agregados)
24/11/00	1 DDS[2]	- determinação da porcentagem de cobertura do solo
28/11/00 até 03/12/00	de 5 a 10 DDS	- contagem das plantas de soja emergidas
17/12/00	24 DDS	- pulverização de herbicida latifolicida
23/12/00	30 DDS	- 1ª amostragem para a determinação da massa seca da parte aérea da soja (estádio vegetativo – V4*), das plantas daninhas e da cobertura do solo
27/12/00	34 DDS	- pulverização de herbicida graminicida
09/01/01	47 DDS	- 2ª amostragem para a determinação da massa seca da parte aérea da soja (estádio vegetativo – V9* e estádio reprodutivo – R1-2*), das plantas daninhas e da cobertura do solo. Amostra de solo para determinação do teor de água
22/01/01	60 DDS	- Amostra da parte aérea de plantas de soja para análise química (estádio reprodutivo – R1-2*)
31/01/01	69DDS	- 3ª amostragem para a determinação da massa seca da parte aérea da soja, das plantas daninhas e da cobertura do solo (estádio reprodutivo – R4*)
22/02/01	91 DDS	- 4ª amostragem para a determinação da massa seca da parte aérea da soja, das plantas daninhas e da cobertura do solo (estádio reprodutivo – R5*)
23/03/01	120 DDS	- 5ª amostragem para a determinação da massa seca da parte aérea da soja, das plantas daninhas e da cobertura do solo(estádio reprodutivo – R7-8*)
10/04/01	138 DDS	- determinação da população final das plantas de soja e amostragem para determinações de altura de inserção da última vagem e número de sementes por vagens
15/04/01	143DDS	- colheita da soja
17/04/01	145 DDS	- perda por inserção de vagens e altura de corte da colhedora

[1] DAS - Dias Antes da Semeadura; [2] DDS - Dias Depois da Semeadura. * estádio do desenvolvimento da planta de acordo com POTAFOS (s.d.).

5.2.5 Determinação do teor de água no solo

O teor de água no solo foi determinado pelo método gravimétrico padrão, com base na massa de solo seco em estufa a uma temperatura de 105-110^{0}C até massa constante, segundo método descrito em Embrapa (1979). O teor de água determinado foi expresso em g.kg^{-1}.

5.2.6 Determinação da resistência do solo à penetração

Foram realizadas 5 leituras por parcela, tanto na linha quanto na entrelinha da cultura da soja (safra 1999/2000), utilizando-se o equipamento descrito no subitem 5.1.6.4. Procedeu-se a análise dos gráficos de campo, obtendo-se os valores de resistência do solo à penetração aos 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35 e 40 cm, expressos em kgf.cm^{-2}, que foram posteriormente transformados para MPa.

5.2.7 Determinação da fertilidade do solo

Nas parcelas em preparo convencional do solo foi coletada uma amostra composta de 5 pontos aleatórios por parcela e naquelas, sob os outros dois sistemas procurou-se uma amostra composta por 5 pontos (4 na entrelinha e 1 na linha da cultura do feijoeiro da safra 1998/99 e da cultura da soja da safra1999/00) nas profundidades de 0 a 7 e de 8 a 20 centímetros, realizadas de acordo com Iapar (1996). Foram analisados o pH, matéria orgânica, fósforo, hidrogênio + alumínio, potássio, cálcio, magnésio, capacidade de troca de cátions e saturação de bases. A análise química do solo foi realizada pelo Departamento de Recursos Naturais/Ciência do Solo da Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP/Botucatu, segundo metodologias descritas em Raij et al (1996).

5.2.8 Determinação da massa seca dos resíduos e da parte aérea das culturas e das plantas daninhas

No decorrer da pesquisa foram realizadas diversas amostragens de

massa de máteria seca, conforme a seqüência de atividades (subitem 5.2.3, Quadros 4, 5, 6 e 7). A massa seca das culturas do milheto e da aveia preta foram obtidas pela coleta da parte aérea das plantas de 4 linhas de 0,5m ($0,4m^2$); a massa seca da cobertura vegetal morta (resíduos) foi obtida pela coleta do material presente no interior do quadrado (subitem 5.1.6.9) ou quando as parcelas encontravam-se com a cultura da soja implantada, houve a demarcação de 1metro ($0,45m^2$) onde coletou-se o material presente nessa entrelinha (conforme as áreas indicadas nas Figuras 2a e 2b). Este mesmo procedimento foi adotado para coleta de plantas daninhas (safra 2000/01). A massa seca da cultura da soja foi obtida pelo corte da parte aérea das plantas da linha demarcada de 1m (conforme as áreas indicadas nas Figuras 1 e 2). Essas amostras foram colocadas em sacos de papéis, identificadas e levadas à estufa, onde permaneceram por, no mínimo, 72 horas à temperatura de 65^oC, para posterior pesagem (todos os materiais estão descritos no subitem 5.1.6.2).

5.2.9 Determinação do número de plantas daninhas

Foram realizadas contagens do número das plantas daninhas presentes nos $0,45m^2$ (conforme 5.2.7) durante o desenvolvimento da cultura da soja (safra 2000/01) e os dados expressos em plantas.m^{-2}.

5.2.10 Determinação da porcentagem da cobertura do solo

Para a determinação da porcentagem da cobertura do solo, foi utilizado o método da linha transversal, descrito por Laflen et al. (1981), que consistiu em estender a trena (cordão com 15 m de comprimento, marcado a cada 15 cm) sobre o terreno, nas diagonais da parcela experimental, realizando-se as leituras.

5.2.11 Determinação do índice de velocidade de emergência, estande inicial e final da cultura da soja

Na safra 1999/00 demarcou-se uma faixa transversal ao comprimento da parcela de 2m de largura (conforme Figura 2a, área 1-2), contando-se as plantas emergidas

em cada linha de semeadura, tanto para a cultivar IAC-17, quanto para a cultivar CO-201. Na safra 2000/01 optou-se por uma faixa transversal de 4m (conforme Figura 2b, área 2-B) contando-se as plantas emergidas apenas de uma passagem da semeadora. Determinou-se o índice de velocidade de emergência de acordo com a metodologia proposta por Popinigs (1985).

O número final de plantas emergidas no período de avaliação representou o estande inicial da cultura e o estande final foi obtido cinco dias antes da colheita com a contagem da plantas na mesma área de amostragem. Estes dados foram expressos em plantas.m^{-1} e plantas.ha^{-1}.

5.2.12 Determinação de temperatura do solo e do ar

A temperatura do solo foi determinada durante o desenvolvimento da cultura da soja cultivar IAC-17 (safra 1999/00) na profundidade de 3 cm e a 15 cm da linha de soja, conforme a "área verde" especificada na Figura 2a, e do ar a cerca de 1m acima do dossel da cultura, utilizando-se os materiais descritos no subitem 5.1.6.2. As leituras foram realizadas durante um dia todo, de hora em hora, sendo a primeira as 8 e a última as 18 horas, em duas épocas de amostragem: aos 9 e 40 dias depois da semeadura da soja.

5.2.13 Determinações de número de plantas, de perfilhos e de espigas e massa seca da parte aérea da cultura do triticale

As plantas de triticale foram arrancadas de duas linhas de 1m de comprimento (0,4m^2), escolhidas ao acaso, procedendo-se em laboratório a contagem do número total de plantas, de perfilhos e de perfilhos com espigas. Os respectivos dados foram expressos em número.m^{-1}. A massa seca da parte aérea dessas plantas foi determinada e os dados expressos em kg.ha^{-1} e em g.$planta^{-1}$.

5.2.14 Determinação dos nutrientes contidos na parte aérea das plantas de soja

Para a análise nutricional das plantas de soja, foram cortadas, rente ao solo, 10 plantas por parcela, sendo duas seqüências de 5 plantas, presentes nas linhas úteis, conforme a Figura 2b. As plantas foram colocadas em sacos de papel, lavadas em água corrente no laboratório, para retirada de solo aderido a essas, secas em estufa e pesadas. As amostras foram encaminhadas ao Departamento de Recursos Naturais/Ciência do Solo da Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP/Botucatu, onde se realizou as análises químicas de planta, seguindo a metodologia de Malavolta et al. (1989). Os dados foram expressos em quantidade por hectare (com base no peso dessas 10 plantas e no estande final da cultura).

5.2.15 Determinação da altura de inserção da primeira vagem e do número de sementes por vagem

Na obtenção da altura de inserção da primeira vagem e do número de sementes por vagem, em amostragem similar a anterior, foram cortadas, rente ao solo, 10 plantas por parcela, sendo duas seqüências de 5 plantas, presentes nas linhas úteis, conforme a Figura 2b. As plantas foram colocadas em sacos de papel e levadas ao laboratório para as determinações.

5.2.16 Determinação da produtividade de grãos das culturas do triticale e da soja e do peso de 100 sementes de soja

- Cultura do triticale: foi obtida através de amostragem em 6 linhas de 4m (4,8m^2), sendo 3 da primeira passagem da semeadora e 3 da outra, dentro da extensão dos 10m, mostrada na Figura 2a. O material coletado foi posto em sacos de estopa, levado ao laboratório, passando por trilha, retrilha (trilhadora estacionária descrita no subitem 5.1.4.2), abanação e os grãos depositados em sacos de papel.

- Cultura da soja: obtida através da colheita de 3 linhas de 7m (9,45m^2), correspondendo as linhas *"b"*, *"c"* e *"d"* na área *"1"* da Figura 2b, com colhedora

autopropelida para parcelas experimentais (descrita no subitem 5.1.4.2), depositando-se os grãos colhidos em sacos de papel.

Os grãos foram pesados e retirou-se uma amostra por parcela para determinação do teor de água. Com base nesses valores, determinou-se o peso para um teor de água uniforme de 130 $g.kg^{-1}$ e os resultados foram expressos em $kg.ha^{-1}$.

Das sementes de soja, posteriormente, foram retiradas duas subamostras de 100 sementes, as quais foram pesadas, determinando o teor de água e o peso corrigido para 130 $g.kg^{-1}$. A média por parcela foi expressa em $g.100\ sementes^{-1}$.

5.2.17 Determinação da altura de corte na colheita da soja e perda de grãos decorrente dessa

Para estas determinações, mediu-se a altura das hastes de soja cortadas pela barra de corte da colhedora MF 1630 (descrita no subitem 5.1.4.2), em 1m das linhas *"g"*, *"i"* e *"l"* na área *"1"* da Figura 2b. Nessa mesma área amostral, contou-se o número de vagens presentes nas hastes, considerando, também, as vagens cortadas ao meio. Juntamente com o número de sementes por vagem e o peso de 100 sementes, obteve-se a perda por inserção de vagem utilizando-se a seguinte expressão:

Perda = (PSxNVxNS) x 0,074074074

Perda = perda por inserção de vagem ($kg.ha^{-1}$)
PS = peso de 100 sementes (g)
NV = número de vagens em $1,35m^2$
NS = número de sementes por vagem
0,074074074 = fator de conversão de unidades

5.2.18 Determinações relacionadas às operações agrícolas

As avaliações relacionadas as operações agrícolas, foram realizadas nas culturas da aveia preta e da soja (safra 2000/01). Foram incluídos, os efeitos do manejo do solo na rugosidade do solo, as camadas de solo mobilizadas, o empolamento do solo e a altura de corte do triturador de palhas. As determinações de esforços foram realizadas somente na

implantação da cultura da soja.

5.2.18.1 Rugosidade superficial do solo

Com o perfilômetro descrito no subitem 5.1.6.3, foram obtidas leituras da superfície do solo. A partir destes dados estimou-se a reta da superfície do terreno, calculando-se a diferença entre o valor lido e o estimado em cada vareta do perfilômetro. O desvio padrão dessas diferenças correspondeu ao índice de rugosidade, de acordo com Currence & Lovely (1970).

5.2.18.2 Distribuição de agregados do solo na camada preparada

Com o material descrito no subitem 5.1.6.4 e empregando-se a metodologia proposta por Gamero & Benez (1990), foi determinado o diâmetro médio geométrico (DMG) e o módulo de finura (MF) dos agregados do solo.

5.2.18.3 Área e volume de solo mobilizada, largura e profundidade de trabalho dos equipamentos de preparo do solo

Para a operação de aração e escarificação calculou-se a área de solo mobilizada. Dois piquetes foram colocados lateralmente às parcelas com estes tratamentos de preparo, os quais serviram como linha de referência para as leituras efetuadas com o perfilômetro de hastes, descrito no subitem 5.1.6.3. Realizou-se a leitura da superfície antes dos preparos (perfil natural); da superfície após os preparos (no caso do preparo convencional, realizou-se a leitura após a aração e após a segunda gradagem); e, posteriormente, foi aberto um sulco, manualmente, com auxílio de enxada, removendo-se todo o solo mobilizado pelos equipamentos tomando-se a leitura da subsuperfície (perfil de fundo), no mesmo local onde foi realizada a leitura do perfil natural (Área 1-2/ Figura 2b).

Numericamente, os valores do perfil natural são menores que os valores do perfil de fundo (mostrados graficamente, o perfil superficial ficaria abaixo do subsuperficial). Realizou-se a inversão desses valores, subtraindo-os de 70 (valor acima do

maior obtido nas leituras), e assim, com os valores transformados, procedeu-se o cálculo da área de solo mobilizada, de acordo com a expressão:

Am = (Pt) x Lt onde:

Am = área de solo mobilizada pelo equipamento de preparo (cm^2)

Pt = profundidade média de trabalho (cm)

Lt = largura de trabalho do equipamento de preparo (cm)

A profundidade média de trabalho do arado de discos e do escarificador foi calculada pela expressão:

Pt = (Pn - Pf) onde:

Pn = média dos valores transformados do perfil natural (cm)

Pf = média dos valores transformados do perfil de fundo (cm)

A largura de trabalho do arado de discos foi obtida a partir do centro do último sulco (aberto antes da leitura do perfil natural), mediu-se a distância até o piquete oposto, colocado lateralmente à parcela (mencionado no início deste subitem) e após duas passadas com o arado em operação, mediu-se a distância do piquete ao centro do último sulco. A diferença de valores (do centro dos sulcos ao piquete) dividida por dois, resultou na largura de trabalho. A largura de trabalho do escarificador foi obtida multiplicando-se o número de hastes pela distância entre elas. A largura de trabalho da grade niveladora foi considerada como sendo a distância medida entre os centros dos sulcos deixados na superfície do solo pelos discos localizados nas suas extremidades.

5.2.18.4 Empolamento do solo

O empolamento do solo, ocasionado pelo trabalho do arado de discos e do escarificador, foi calculado segundo a equação:

E =[(Ps – Pn) / AM] x 100 onde:

E = empolamento do solo (%)

Ps = média dos valores transformados do perfil de superfície após a operação de preparo do solo (cm)

Pn = média dos valores transformados do perfil natural (cm)

Am = área de solo mobilizada pelo equipamento de preparo (cm^2)

100 = fator de conversão para expressar o resultado em %.

5.2.18.5 Velocidade de deslocamento dos conjuntos tratorizados

Baseado no tempo (s) de percurso da parcela (20m), obtido por cronômetro manual, ou por cronômetro do painel 1 (subitem 5.1.6.6) ou através dos dados registrados pelo sistema de aquisição descrito no subitem 5.1.6.5 (com freqüência de 5 Hz), a velocidade de deslocamento foi calculada, segundo a expressão:

Vd = 3,6 x (Dp /Tp) onde:

Vd = velocidade média de deslocamento ($km.h^{-1}$)

Dp = distância percorrida na parcela (20 m)

Tp = tempo de percurso na parcela (s)

5.2.18.6 Capacidade de campo teórica e tempo demandado

O tempo teórico demandado por área ($h.ha^{-1}$) representa o inverso da capacidade de campo teórica, que foi calculada segundo a expressão:

Cct = Lt x (Vd) x 0,1 onde:

Cct = capacidade de campo teórica ($ha. h^{-1}$)

Lt = largura de trabalho do equipamento (m)

Vd = velocidade de deslocamento, subitem anterior

0,1 = fator de conversão de unidades

5.2.18.7 Força média na barra de tração

A força média na barra de tração foi determinada a partir dos dados indicados nos painéis instalados no trator Valmet 128 (subitem 5.1.6.6, Figura 6cd), seguindo-se a seguinte expressão:

Ft = 0,00981 x (Fi/ tp) onde:

Ft = força média de tração (kN)

Fi = força integrada no tempo (kgf.s)

Tp = tempo de percurso na parcela (s)

0,00981 = fator de conversão de unidades

Quando foi utilizado o "Micrologger 21X" (subitem 5.1.6.6), a força média foi calculada pela média dos valores de força de tração (expressos em kN).

No caso do arado de discos (montado), a força de tração foi avaliada através da colocação da célula de carga entre o trator Valmet 128 (fonte de potência) e o Massey Ferguson 296 (portador do arado submetido ao ensaio), com auxílio de uma corrente, num sistema denominado comboio (Gamero e Lanças, 1997), conforme mostra a Figura 8ab. Após quantificar-se a força exigida para tracionar o conjunto trator/arado em operação de preparo, procedeu-se a quantificação do esforço requerido pelo mesmo conjunto, com o equipamento de preparo totalmente elevado pelo sistema hidráulico, determinando-se a resistência ao rolamento. Da força média de tração obtida com o conjunto trator/arado em operação, descontou-se o valor da resistência ao rolamento.

5.2.18.8 Força de tração específica

Os dados de força de tração em interação com a largura e a profundidade da faixa de trabalho, geram as forças de tração específicas. A exemplo de cálculo, a força de tração na barra em função da área de solo mobilizada, foi calculada segundo a expressão:

Ftam = (Ft / Am) x 1000 onde:

Ftam = força de tração na barra, em função da área de solo mobilizada ($N.cm^{-2}$)

Ft = força média de tração (kN) (subitem 5.2.18.7)

Am = área de solo mobilizada pelo preparo (cm^2) (subitem 5.2.18.3)

1000 = fator de conversão de unidades

As outras variáveis de esforços foram: Força de tração (N) por metro de largura da faixa de trabalho por centímetro de profundidade; Força de tração (N) por haste por centímetro de profundidade, esta no caso da operação de escarificação do solo.

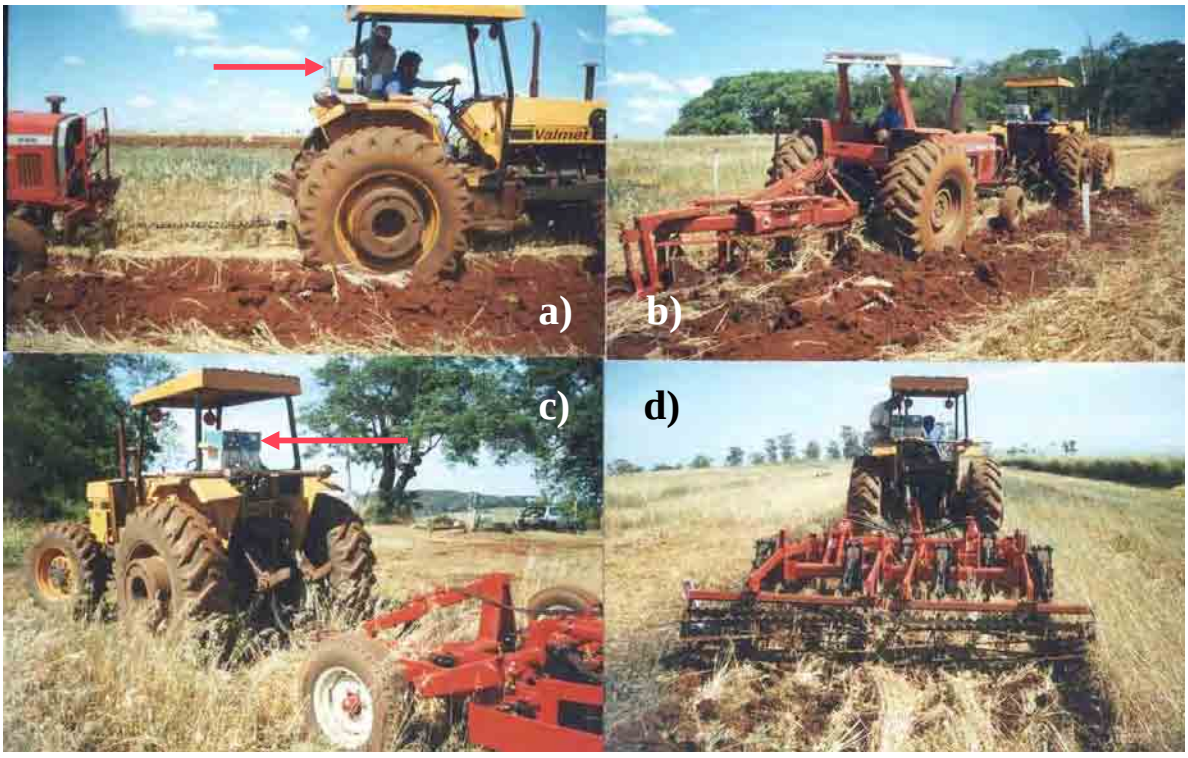

FIGURA 8: Preparo do solo para implantação da cultura da soja, safra 2000/01: a) e b) vistas do "comboio" nas determinações de esforços no preparo com arado; c) e d) vistas do preparo reduzido com escarificador conjugado com rolo destorroador/nivelador (setas nos painéis).

5.2.18.9 Picos de exigência de força de tração

O maior valor de força, verificado no percurso avaliado, foi conseguido através de um "grampeador de pico", parte do sistema de aquisição de dados dos painéis (subitem 5.1.6.6), sendo anotado no final do percurso da parcela. Sempre no início de um novo percurso, o valor anterior de pico de força foi deletado, para possível registro de valores menores.

5.2.18.10 Potência média na barra de tração

Foi calculada pela expressão:

Pb = Ft x Vd /3,6 onde:

Pb = potência média na barra de tração (kW)

Ft = força média de tração na barra (kN) (subitem 5.2.18.7)

Vd = velocidade de deslocamento (km h^{-1}) (subitem 5.2.18.5)

5.2.18.11 Potência em função da área de solo mobilizada

Calculado segundo a expressão:

Ueam = (Pb / Am) x 1.000 onde:

Ueam = potência em função da área mobilizada ($W.cm^{-2}$)

Pb = potência média na barra de tração (kW) (subitem 5.2.18.9)

Am = área de solo mobilizada (cm^2) (subitem 5.2.18.3)

1.000 = fator de conversão de unidades

5.2.18.12 Uso de energia em função da área trabalhada

Calculado segundo a expressão:

Uea = Pb / Cct onde:

Uea = uso de energia em função da área trabalhada ($kWh.ha^{-1}$)

Pb = potência média na barra de tração (kW) (subitem 5.2.18.9)

Cct = capacidade de campo teórica ($ha.h^{-1}$) (subitem 5.2.18.6)

5.2.18.13 Consumo horário de combustível

Nas operações que foi utilizado o medidor de consumo de combustível, construído e descrito por Gamero et al. (1986), empregou-se a mesma metodologia descrita por esses autores.

Nas operações que foi utilizado o fluxômetro (gerador de pulsos, subitem 5.1.6.8), o cálculo do consumo horário de combustível se deu pela expressão:

CCh = (P x 3,6) / t onde:

CCh = consumo horário de combustível ($L.h^{-1}$)

P = somatória de pulsos registrados durante o percurso (mL)

3,6 = fator de conversão de unidades

t = tempo de duração da medição (s)

5.2.18.14 Consumo de combustível pela área trabalhada

Foi calculado segundo a expressão:

CCa = Chc / Cct onde:

CCa = consumo de combustível pela área trabalhada ($L.ha^{-1}$)

CCh = consumo horário de combustível ($L.h^{-1}$) (subitem 5.2.18.13)

Cct = capacidade de campo teórica ($ha\ h^{-1}$) (subitem 5.2.18.6)

5.2.18.15 Capacidade de trituração ou de rolagem

Foram calculadas segundo a expressão:

Ct ou Cr = Cct x Ms onde:

Ct e Cr = capacidade de trituração e de rolagem, respectivamente, proporcionada pelo uso do triturador de palhas tratorizado e rolo faca ($t.h^{-1}$)

Cct = capacidade de campo teórica ($ha.h^{-1}$) (subitem 5.2.18.6)

Ms = massa seca de resíduos ou de plantas disponível à trituração ou rolagem ($t.ha^{-1}$)

5.2.18.16 Consumo de combustível em função da massa vegetal manejada

Foi calculado segundo a expressão:

CCms = Chc / Ct ou Cr onde:

CCms = consumo de combustível em função da massa vegetal manejada ($L.t^{-1}$)

CCh = consumo horário de combustível ($L.h^{-1}$) (subitem 5.2.18.13)

Ct e Cr = capacidade de trituração e de rolagem, respectivamente ($t.h^{-1}$) (subitem 5.2.18.15)

5.2.18.17 Estimativa do custo parcial entre os tratamentos

Esta variável foi obtida com base nos resultados de consumo de combustível e capacidade de campo teórica das operações agrícolas para a implantação e manejo da cultura da aveia e para a implantação da soja (safra 2000/2001). Assim sendo, foram computados apenas os custos com o preparo do solo, semeadura, adubação nitrogenada e manejos (mecânico e químico) na cultura da aveia (2000) e com os preparos e semeadura na cultura da soja (2000), já que os demais itens não apresentaram diferenças entre os tratamentos, tais como fertilizantes, sementes, herbicida pós-emergente e colheita da soja.

Os custos horários das operações agrícolas foram calculados de acordo com Van Den Berg (1997). Acrescentando o custo horário do tratorista (R$ 3,25 por hora) e os custos com os insumos agrícolas, obteve-se o custo parcial diferencial. Para o cálculo do custo horário dos tratores utilizados no experimento, foram considerados na tabela a faixa de potência de mais do que 111 cv, tanto para o Valmet 128 quanto para o John Deere 6600. Para maior aproximação aos valores reais, nos cálculos das operações de manejo químico ou mecânico da cobertura, considerou-se o trator Massey Ferguson 275 (estando na faixa de potência de 71 – 90 cv, da tabela de Van Den Berg (1997)), pois este trator foi utilizado com sucesso nessas operações agrícolas por Marques (1999), Pontes (1999), Levien (1999) e Furlani (2000). O preço dos tratores, semeadoras e demais equipamentos agrícolas, assim como, preço dos insumos foram calculados levando-se em consideração a quantidade efetivamente gasta em cada tratamento e baseados nos preços obtidos em revendas da região de Botucatu, tomando-se setembro de 2001 como mês de referência, quando o dólar (U$ 1,00) estava cotado em R$ 2,65.

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Basicamente os resultados serão apresentados em Figuras e/ou Quadros. Nestes serão apresentadas as médias de cada manejo do solo (fator A) e de cada manejo da cobertura do solo de entressafra (fator B) e quando houve diferença estatística significativa, esta será indicada através de diferentes letras minúsculas após as médias. Caso haja interação entre os fatores A e B, então, será apresentado Quadro com a média de cada tratamento, sendo as médias seguidas de mesmas letras minúsculas nas colunas ou de mesmas letras maiúsculas nas linhas, não diferentes estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($p<0,05$).

Em certos casos para a melhor apreciação dos resultados obtidos, algumas variáveis, mesmo que não apresentado interação entre os tratamentos, serão apresentadas em Quadros com as médias de cada tratamento.

Os dados originais de todas as variáveis estão disponíveis no Apêndice.

6.1 Entressafra 1999

6.1.1 Cultura do triticale

6.1.1.1. Teor de água no solo na semeadura

O teor de água no solo na camada de 0-10cm, no dia da semeadura do triticale foi estatisticamente maior no preparo reduzido (286 $g.kg^{-1}$), em relação aos outros dois sistemas de manejo. As médias nesses, não diferiram entre si e foram de 254 e 258 $g.kg^{-1}$, respectivamente no plantio direto e no preparo convencional. Não houve diferença estatística significativa entre os manejos da cobertura de entressafra e a média geral foi de 266 $g.kg^{-1}$, valor bem abaixo do limite de plasticidade desse solo (340 $g.kg^{-1}$), obtido por Levien (1999), mostrado no Quadro 1.

6.1.1.2 Cobertura do solo

A cobertura vegetal antes do manejo do solo para a implantação da cultura do triticale, foi superior no plantio direto, sendo composta pela cobertura do solo de anos anteriores, restos vegetais da cultura do feijoeiro e pelas plantas daninhas desenvolvidas na área pelo atraso na implantação da cultura do triticale. A média da massa de matéria seca nesse sistema de manejo foi de 16.056 $kg.ha^{-1}$ (Quadro 8); acima dos resultados obtidos por Furlani (2000) após a cultura do milho. Essa cobertura, em se tratando de conservação da água e do solo, consiste em excelente camada protetora. No entanto, percebeu-se a fragilidade desses restos culturais, pela diminuição ocorrida posteriormente.

A média da massa de matéria seca no sistema de manejo convencional foi de 7.143 $kg.ha^{-1}$, também consistindo em excelente camada vegetal protetora do solo contra a erosão e a perda de água. Por ser uma época do ano de poucas chuvas, este último benefício se torna mais importante que o primeiro. Após o preparo do solo e semeadura do triticale, verificou-se a diminuição da massa de matéria seca da cobertura, de aproximadamente 95% no manejo convencional, apresentando média de 375 $kg.ha^{-1}$. No

plantio direto e no preparo reduzido, apesar de elevadas diminuições, de 65% e de 73% respectivamente, permaneceu sobre o solo uma alta quantidade de cobertura morta.

Na colheita do triticale observou-se o decréscimo da cobertura, dos tratamentos em plantio direto para o preparo reduzido e para o preparo convencional. Ao longo do ciclo da cultura, visualmente observou-se a campo, sintomas de secamento das folhas mais velhas, característico de deficiência de nitrogênio (N), nas parcelas sob plantio direto. Essas folhas mortas, passaram a compor a cobertura morta no período dessa última amostragem.

Quadro 8: Matéria seca da cobertura do solo antes da instalação do ensaio (COB1) e na colheita do triticale (COB2), avaliadas em sistemas de manejo do solo e da cobertura de entressafra.

	COB 1	COB 2
Manejo do solo (MS)	----------kg.ha^{-1}----------	
Plantio direto	16.056 a	5.617 a
Preparo reduzido	9.296 b	2.507 b
Preparo convencional	7.143 b	375 c
Manejo da cobertura (MC)		
Rolo faca	11.678	3.141
Triturador de palha	8.855	2.149
Herbicida	11.053	3.327
Pousio	11.742	2.716
Média	10.831	2.833
CV %	44,52	65,13

6.1.1.3 Desenvolvimento da cultura do triticale e produtividade de grãos

Quanto às características da planta, mesmo o manejo convencional apresentando menor número de plantas por metro, mostrou maior massa de matéria seca da parte aérea por hectare em relação ao plantio direto (Quadro 9). Essa compensação pode ser explicada, simplesmente, pelo menor estande da cultura no manejo convencional do solo, ou pelo melhor aproveitamento do nitrogênio proveniente da uréia nestes tratamentos com baixa quantidade de palha na superfície, uma vez que foi baixa a precipitação pluviométrica após essa aplicação e pelo fato da cobertura do solo ser um fator que aumenta a atividade da enzima *urease* e, conseqüentemente, a volatilização do N aplicado (Cabezas et al., 1997). Outro fator,

é a imobilização microbiana do nitrogênio proveniente da adubação em cobertura, que no plantio direto é a principal causa da indisponibilidade de N (Salet et al., 1997). Portanto, o manejo da adubação nitrogenada nas culturas de entressafra, em manejos conservacionistas, que apresentam considerável cobertura do solo, deve ser realizado de forma a diminuir a imobilização por microrganismos e a perda de N por volatilização, seja pela incorporação da uréia ou pelo emprego de fontes de N que não sejam voláteis. Problemas dessa ordem, também foram observados na cultura do milho, por Blevins et al. (1983), Levien (1999) e Pontes (1999).

Outro fator, é a maior resistência a penetração do solo no sistema plantio direto (Figuras 16, 17 e 18), que em condição de déficit hídrico, torna-se mais prejudicial ao desenvolvimento radicular da planta. Por essa hipótese, o estabelecimento das culturas de entressafra, deve ser realizados com o máximo de aproveitamento das chuvas de outono. No entanto, a produtividade de grãos de triticale não diferenciou estatisticamente entre os tratamentos, sendo a média de 1.664 kg.ha^{-1}, valor este menor que a média de 23 cultivares testados por Felicio et al. (1993) em áreas de sequeiro, em duas regiões paulistas, o que pode ser explicado pelo atraso da semeadura nessa pesquisa, não se aproveitando as chuvas do final de verão.

Quadro 9: Número de plantas (PLm), de perfilho (PERFm) e de espigas (ESPm) por metro, matéria seca da parte aérea por hectare (MSHa) e por planta (MSPL) e produtividade de grãos da cultura do triticale (PROD), avaliados em sistemas de manejo do solo e da cobertura de entressafra.

	PLm plantas	PERFm perfilhos	ESPm espigas	MSPL	MSHa	PROD (13%)
	---------por 10 metros--------			g.planta^{-1}	--------kg.ha^{-1}--------	
Manejo do solo (MS)						
Plantio direto	224ab	711	394	4,64 b	4931 b	1543
Preparo reduzido	232 a	792	406	4,86 b	5326ab	1842
Preparo convencional	182 b	836	437	6,99 a	6333 a	1607
Manejo da cobertura (MC)						
Rolo faca	222	792	411	4,84 b	5276	1725
Triturador de palha	196	741	397	5,66ab	5155	1523
Herbicida	243	782	427	4,93 b	5694	1722
Pousio	189	802	415	6,52 a	5995	1687
Média	213	779	412	5,50	5.530	1.664
CV %	24,05	21,47	21,08	25,32	26,28	27,47

6.1.2 Cultura do milheto e pousio

6.1.2.1 Teor de água na semeadura

O teor de água no dia da semeadura do milheto não foi suficiente para promover a total emergência deste e uma vez que a ocorrência de chuva se deu somente após 25 dias da semeadura, houve desuniformidade na formação da cobertura viva do solo pela cultura implantada. O Quadro 10 apresenta os resultados do teor de água na semeadura do milheto. Este mostrou diferenças significativas entre os preparos do solo e não entre os sistemas de manejo da cobertura de entressafra. Na camada de 0 a 10cm, o preparo convencional apresentou menor valor, diferenciando dos demais sistemas de manejo do solo. Considerando que o preparo do solo havia sido realizado somente antes da implantação da cultura do triticale, constata-se o efeito da cobertura do solo por resíduos vegetais remanescentes nos tratamentos em plantio direto e preparo reduzido, sobre o teor de água na semeadura do milheto. Na camada de 10 a 20cm o preparo reduzido apresentou maior média entre os manejos do solo, não havendo, novamente, o efeito do manejo da cobertura sobre o teor de água no solo, pois se trata apenas da implantação da cultura a ser manejada.

Quadro 10: Teor de água no solo na semeadura do milheto, nos diferentes sistemas de manejo do solo e da cobertura de entressafra.

	Teor de água no solo na semeadura do milheto	
	0-10cm	10-20cm
	----------$g.kg^{-1}$----------	
Manejo do solo (MS)		
Plantio direto	253 a	265 b
Preparo reduzido	248 a	281 a
Preparo convencional	208 b	264 b
Manejo da cobertura (MC)		
Rolo faca	236	274
Triturador de palha	233	271
Herbicida	236	267
Pousio	241	270
Média	237	270
CV %	9,6	4,3

6.1.2.2 Cobertura do solo

No Quadro 11 encontram-se a porcentagem de cobertura do solo um dia após a semeadura do milheto e a massa de matéria seca da parte aérea das culturas, viva e morta, aos 66 dias depois da semeadura do milheto. Da primeira variável, o plantio direto apresentou maior resultado, seguido pelo preparo reduzido e pelo preparo convencional, este com menor média. Quanto aos sistemas de manejo da cobertura, o pousio de entressafra (não implantação da cultura do milheto) apresentou maior porcentagem de cobertura do solo, explicado pela não semeadura, operação esta que provoca a mobilização do solo e a incorporação de resíduos. Apesar dessa diferença, verificou-se que a operação de semeadura do milheto (20cm entre linha) diminuiu em apenas 5% a cobertura do solo, mostrando a baixa incorporação da cobertura pelos órgãos ativos da máquina (linhas espaçadas a 200 mm, com discos de corte lisos de 356 mm de diâmetro, sulcadores de discos duplos de 330 mm para adubo e sementes e roda compactadoras dispostas em forma de "V" com 305 mm de diâmetro.

A cobertura do solo aos 63 DDS (dias depois da semeadura) apresentou diferença somente entre os sistemas de manejo do solo, também com o plantio direto mostrando os maiores resultados, dessa vez diferenciando-se apenas do preparo convencional. A cobertura viva (milheto + vegetação espontânea) não apresentou diferença entre os tratamentos. A média no pousio de 1.347 $kg.ha^{-1}$, evidencia o baixo desenvolvimento da cultura do milheto, sendo a maior média dessa, a encontrada no manejo com triturador de palha de 1.773 $kg.ha^{-1}$. A relação existente entre a baixa produção de matéria seca da parte aérea aos baixos níveis de precipitação pluviométrica, estão de acordo com Gonçalves (1999) e Grego et al. (2001). Portanto, a inclusão dessa segunda cultura na entressafra (milheto), somente para fins de formação de cobertura do solo, além de onerar o sistema, não trouxe retorno do ponto de vista técnico, sendo uma prática agrícola não recomendada nessa condição climática.

A cultura do milheto em sistemas de rotação de cultura com soja, não deve ser descartada para essa região do Estado de São Paulo, por causa do grande sucesso obtido em outras regiões agrícolas, como mencionado por Scaléa (1997). Evidencia-se a necessidade de novas pesquisas, antes da exclusão da espécie, para melhor adequação da época de semeadura, fator tido por Calegari (1998) como o grande entrave para o êxito do

sistema plantio direto na Região Sudeste.

Quadro 11: Porcentagem de cobertura do solo um dia depois da semeadura do milheto (1 DDS) e massa seca da cobertura morta, viva e total, aos 63 DDS, nos diferentes sistemas de manejo do solo e da cobertura de entressafra.

	Cobertura do solo			
	(%)	Morta	Viva	Morta + viva
	1 DDS	----------63 DDS (kg.ha^{-1}) ----------		
Manejo do solo (MS)				
Plantio direto	95 a	3.572 a	1.583	5.156 a
Preparo reduzido	91 b	3.237ab	1.619	4.855ab
Preparo convencional	86 c	2.554 b	1.538	4.092 b
Manejo da cobertura (MC)				
Rolo faca	89 b	3.663	1.656	5.319
Triturador de palha	90 b	2.645	1.773	4.418
Herbicida	90 b	2.869	1.545	4.414
Pousio	95 a	3.307	1.347	4.654
Média	91	3.121	1.580	4.701
CV %	3,9	33,4	43,2	24,5

6.2 Safra 1999/00 (cultura da soja)

6.2.1 Cobertura do solo

A cobertura vegetal morta sobre o solo apresentou as maiores médias no sistema plantio direto, em todas as avaliações durante o ciclo da cultura (Quadro 12), seguido pelo preparo reduzido e pelo preparo convencional até a avaliação aos 40 DDS. A partir dos 71 DDS, não houve diferença estatística entre esse e o preparo convencional, devido ao início da queda das folhas da soja. Observando a massa de matéria seca da cobertura morta no preparo convencional aos 40 e 127 DDS, constata-se um aumento de 2.800 kg.ha^{-1}, contribuição essa à cobertura do solo dada pela cultura da soja. Realizando um cálculo simples, ao somar esses 2.800 kg.ha^{-1} com 5.749 kg.ha^{-1} da matéria seca da parte aérea da soja, cultivar IAC-17, aos 127 DDS (Quadro 23) e descontar 2.774 kg.ha^{-1} correspondente a produtividade de grãos dessa cultivar (Quadro 24), encontra-se o valor de 5.775 kg.ha^{-1}, podendo ser considerada uma boa quantidade de resíduos, proveniente da cultura da soja.

Quadro 12: Cobertura morta do solo, avaliada aos 4, 7, 40, 71, 100 e 127 dias depois da semeadura da soja (DDS), nos diferentes sistemas de manejo do solo e da cobertura de entressafra.

Safra 1999/00	Após a semeadura da soja (4 DDS)	Dias depois da semeadura				
		7DDS	40DDS	71DDS	100DDS	127DDS
	----------(%)----------	----------(kg.ha^{-1})----------				
Manejo do solo (MS)			*	*		
Plantio direto	89 a	3.169 a	3.218 a	3.476 a	3.273 a	5.041 a
Preparo reduzido	38 b	2.252 b	900 b	1.123 b	1.936 b	3.070 b
Preparo convencional	9 c	676 c	87 c	578 b	2.021 b	2.887 b
Manejo da cobertura (MC)						
Rolo faca	48	1.569	1.223bc	1.244 b	2.497	3.711
Triturador de palha	41	2.249	731 c	1.214 b	2.161	3.555
Herbicida	45	2.221	1.613ab	2.192 a	2.826	3.838
Pousio	44	2.090	2.041 a	2.251 a	2.631	3.560
Média	44	2.032	1.294	1.726	2.410	3.666
CV %	27,3	49,7	48,30	37,1	51,28	30,8

* Apresentou interação entre os fatores (MSxMC).

No sistema de preparo reduzido observou-se uma diminuição de 1.352 kg.ha^{-1} da cobertura morta sobre o solo, dos 7 aos 40 DDS (Quadro 12, Figura 9), mostrando que a fragmentação e a parcial incorporação dos resíduos durante a operação de preparo (escarificador + rolo-destorroador/nivelador) e semeadura da soja, os tornaram mais frágeis à decomposição e em maior contato com o solo, provocando assim, maior queda na quantidade de cobertura morta do solo. Também na Figura 9, verificou-se maior estabilidade nos valores da cobertura morta no sistema plantio direto e o aumento dessa cobertura no preparo convencional e reduzido, a partir da quarta amostragem, devido à queda das folhas da soja.

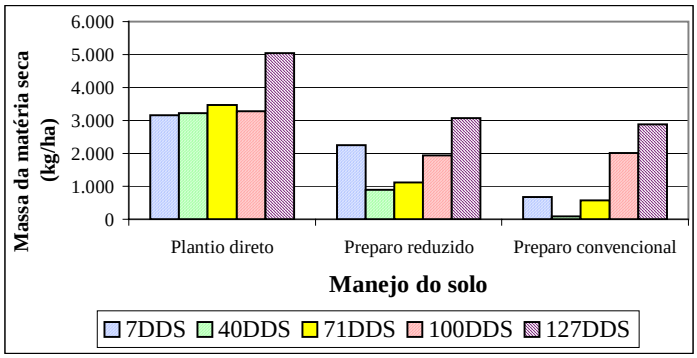

FIGURA 9: Cobertura morta do solo, avaliada aos 7, 40, 71, 100 e 127 dias depois da semeadura da soja (DDS), nos diferentes sistemas de manejo do solo.

A Figura 10 apresenta as médias por manejo da cobertura de entressafra, da cobertura morta do solo, avaliadas durante o ciclo da cultura da soja. O manejo com triturador de palhas apresentou maior queda na quantidade de cobertura do solo dos 7 DDS para os 40 DDS, mostrando que esta operação provoca maior fragmentação dos resíduos, resultando em maior fragilização desses.

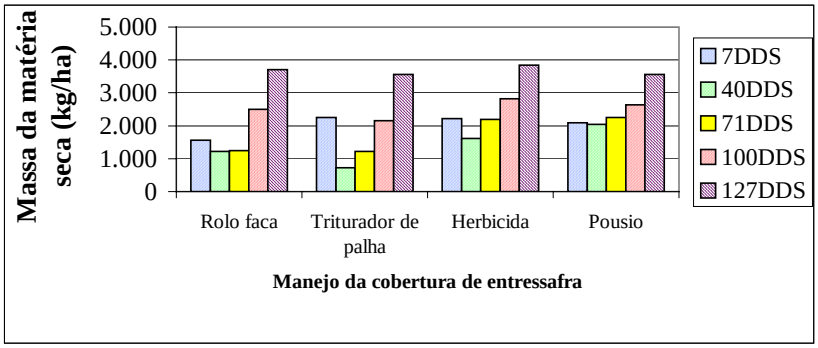

FIGURA 10: Cobertura morta do solo, avaliada aos 7, 40, 71, 100 e 127 dias depois da semeadura da soja (DDS), nos diferentes sistemas de manejo da cobertura de entressafra.

As massas de matéria seca da cobertura morta do solo aos 40 e 71 DDS, por apresentarem interação entre os fatores (MSxMC), são mostradas nos Quadros 13 e 14, respectivamente. Nos tratamentos em plantio direto, observou-se que nos manejos da cobertura de entressafra com rolo faca e triturador de palha, foram menores as quantidades de resíduos sobre a superfície do solo. Esses resultados estão de acordo com os obtidos por Gamero et al. (1997), Grego (1999) e Marques (1999) e discordam dos resultados de Santos et al. (1998), Pontes (1999) e Mello e Yano (1998), que não verificaram diferença na produção de massa seca da cobertura do solo após diferentes fragmentações do material vegetal.

Quadro 13: Massa de matéria seca da cobertura morta do solo (kg.ha^{-1}) aos 40 dias depois da semeadura da soja, nos diferentes sistemas de manejo do solo e da cobertura de entressafra.

Manejo da cobertura do solo	Manejo do solo		
	Plantio direto	Preparo reduzido	Preparo convencional
Rolo faca	2.085 Ab	1.442 Aa	140 Ba
Triturador de palha	1.498 Ab	615 ABa	80 Ba
Herbicida	4.171 Aa	613 Ba	55 Ba
Pousio	5.119 Aa	930 Ba	72 Ba
CV % 48,3			

Quadro 14: Massa de matéria seca da cobertura morta do solo (kg.ha^{-1}) aos 71 dias depois da semeadura da soja, nos diferentes sistemas de manejo do solo e da cobertura de entressafra.

Manejo da cobertura do solo	Manejo do solo		
	Plantio direto	Preparo reduzido	Preparo convencional
Rolo faca	2.466 Ab	880 Ba	385 Ba
Triturador de palha	2.100 Ab	912 Ba	632 Ba
Herbicida	4.394 Aa	1.483 Ba	700 Ba
Pousio	4.944 Aa	1.214 Ba	595 Ba
CV % 37,1			

6.2.2 Temperatura do solo

A temperatura do solo foi avaliada aos 9 e 40 dias depois da semeadura da soja, cultivar IAC-17, na safra 1999/00. Juntamente foi obtida a temperatura do ar, sendo apresentadas graficamente as médias horárias dos respectivos dias, na Figura 11. Observou-se que o ar apresentou temperaturas mais elevadas aos 9 dias depois da semeadura da soja (9 DDS), comparado às temperaturas aos 40 DDS, até as 13 horas, praticamente igualando-se a partir desta hora. Este acontecimento, associado ao aumento da cobertura vegetal sobre o solo, pelo desenvolvimento da cultura da soja, proporcionou, aos 40 DDS, um retardamento na inversão das médias da temperatura do solo nos sistemas de manejo.

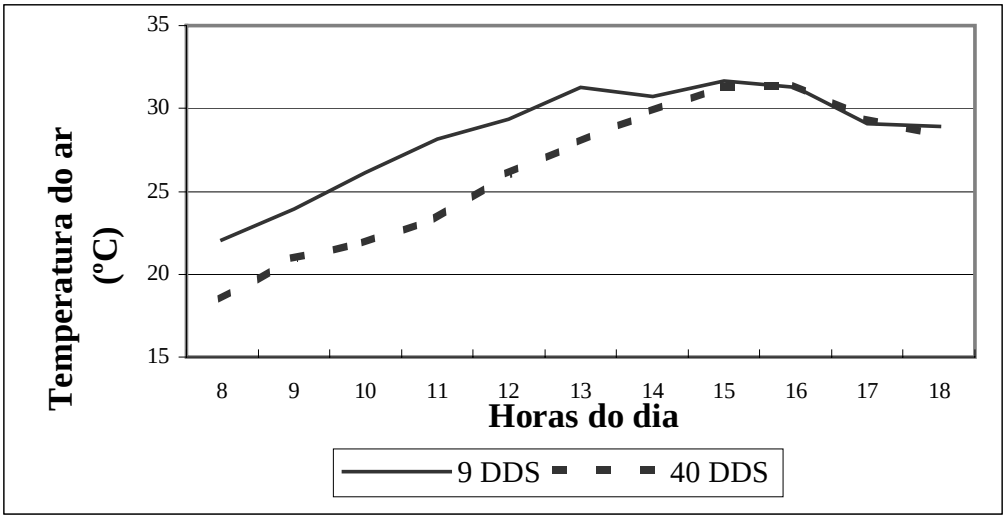

FIGURA 11: Temperatura do ar aos 9 e 40 dias depois da semeadura da soja (9 e 40 DDS).

6.2.2.1 Aos nove dias depois da semeadura da soja (26/12/99)

O Quadro 15 e a Figura 12 mostram as temperaturas do solo e do ar no nono dia depois da semeadura da soja, das 8:00 as 18:00 horas. O plantio direto, manejo com maior cobertura vegetal do solo, apresentou na primeira leitura (as 8 horas) as temperaturas mais elevada no dia 26/12/99 (9 DDS). As 9 horas este se igualou aos outros dois sistemas; as 10 horas apresentou temperaturas menores que o preparo convencional e as 11 horas, também se diferenciou do preparo reduzido. A partir das 13 horas o preparo convencional, que apresenta menor cobertura do solo, superou o preparo reduzido e até as 18 horas, estes três sistemas se diferenciaram quanto a temperatura do solo (3 cm de profundidade). Sendo assim, a medida que se elevou a temperatura do ar, houve a inversão das médias das temperaturas nos manejos do solo, ou seja, o plantio direto passou a apresentar as menores temperaturas, nas horas mais quentes do dia, seguido do preparo reduzido e este pelo preparo convencional. Confirma-se, com esses resultados, o efeito benéfico da cobertura vegetal na redução da amplitude térmica diária no solo.

Quadro 15: Temperatura do solo (3 cm de profundidade) e do ar, 9 dias depois da semeadura da soja, nos diferentes sistemas de manejo do solo e da cobertura de entressafra.

	Temperatura do solo (ºC) aos 9 dias depois da semeadura da soja										
	8 h	9 h	10 h	11 h	12 h	13 h	14 h	15 h	16 h	17 h	18 h
(MS)											
PD	22,9 a	23,2	24,1 b	25,3 b	26,9 b	28,4 c	29,2 c	30,6 b	30,8 c	30,6 c	30,1 c
PR	22,3 b	22,9	25,4ab	27,7 a	30,5 a	32,9 b	34,2 b	36,6 a	35,8 b	34,5 b	33,7 b
CO	22,0 b	23,2	26,3 a	29,3 a	32,4 a	35,5 a	36,6 a	39,0 a	38,2 a	36,3 a	35,3 a
(MC)											
RL	22,3	23,0	25,6	26,8 b	29,3	31,4	32,5	34,4	34,2	33,1	32,4
TP	22,4	23,0	24,9	27,0ab	29,4	32,0	33,0	34,8	34,6	33,5	32,9
HE	22,6	23,1	24,9	27,0ab	29,4	31,7	33,2	35,7	35,3	34,5	33,5
PO	22,2	23,3	25,8	28,9 a	31,6	33,9	34,7	36,7	35,5	34,1	33,3
Média	22,4	23,1	25,3	27,5	29,9	31,3	33,1	35,4	34,9	33,8	32,7
CV %	1,84	1,86	6,93	6,76	7,82	8,20	7,23	8,78	6,83	5,03	4,16
Ar	22,1	23,95	26,15	28,15	29,3	31,3	30,7	31,65	31,3	29,1	28,9

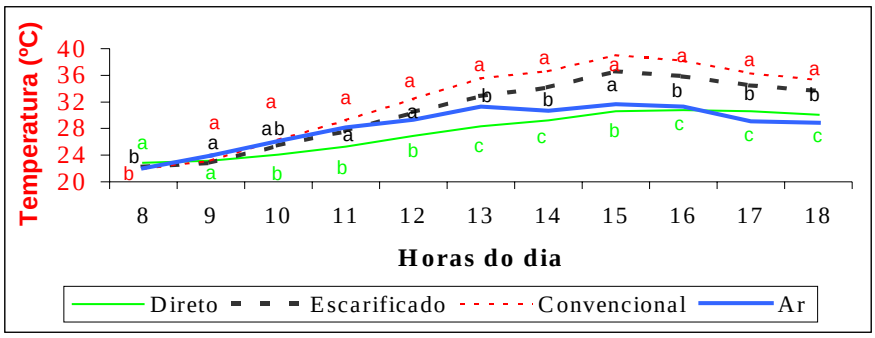

FIGURA 12: Temperatura do solo e do ar, nos diferentes horários do dia 26/12/99 (9 DDS), em função dos sistemas de manejo do solo.

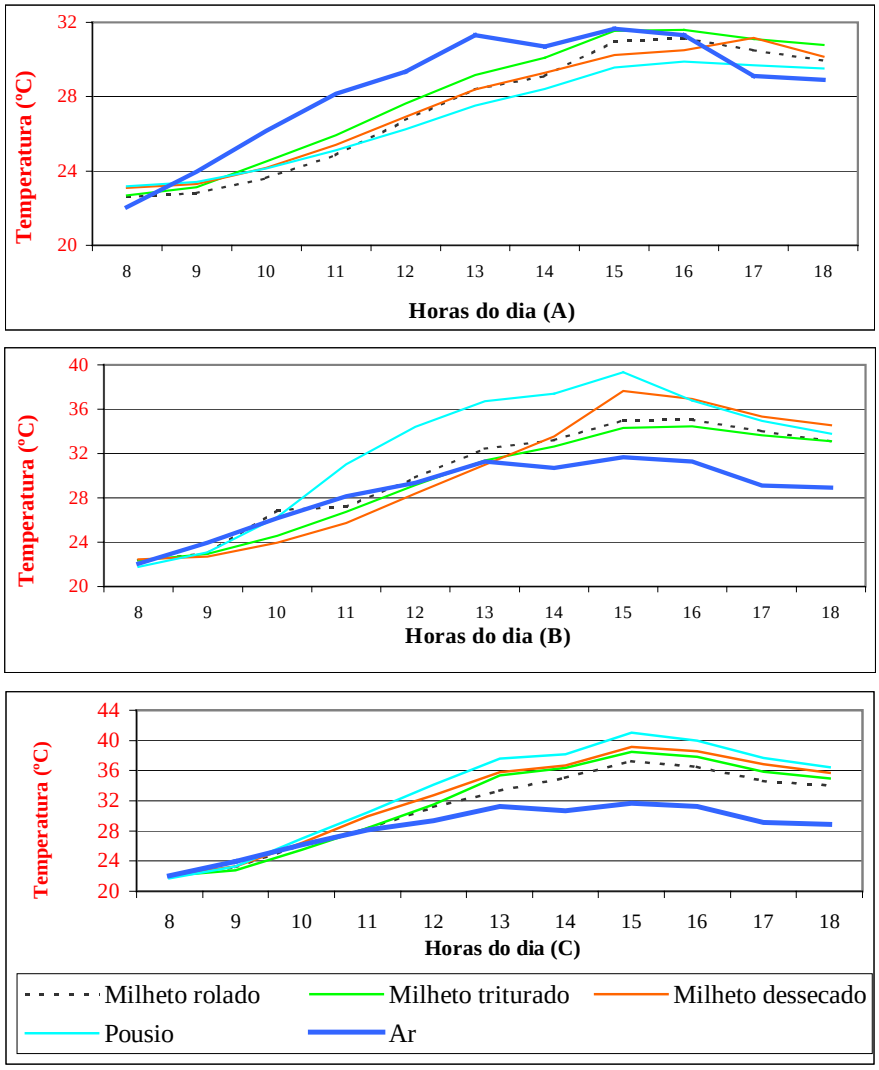

FIGURA 13: Temperatura do solo e do ar, nos tratamentos sistemas de manejo do solo: plantio direto (A); preparo reduzido (B) e preparo convencional (C), nos diferentes horários do dia 26/12/99, em função das condições de cobertura.

A Figura 13 apresenta as temperaturas do solo e do ar, em função das condições de cobertura, dentro de cada sistema de manejo do solo, no nono dia após a semeadura da soja. Percebeu-se que o solo no sistema plantio direto, apresentou entre as 9 e 16 horas, temperaturas inferiores a do ar, mostrando o efeito da cobertura do solo sobre a temperatura, independente do sistema de manejo da cobertura de entressafra. Diferente desse, o preparo convencional apresentou valores acima da temperatura do ar a partir das 11 horas. No entanto, em ambos os sistemas, existiu uma proximidade das linhas de temperatura do solo nas diferentes condições de cobertura. No preparo reduzido apesar de não haver diferença significativa entre os sistemas, constatou-se maior variação dos resultados, com o pousio apresentando as maiores temperaturas.

6.2.2.2 Aos quarenta dias depois da semeadura da soja (26/01/00)

Como visto na Figura 11, o ar apresentou temperaturas mais elevadas aos 9 dias depois da semeadura da soja (9 DDS), comparado as temperaturas aos 40 DDS, até às 13 horas. Este acontecimento, associado ao aumento da cobertura vegetal sobre o solo, pelo desenvolvimento da cultura da soja, proporcionou, aos 40 DDS, um retardamento na inversão da temperatura nos sistemas de manejo do solo, apresentando o plantio direto maiores temperaturas até as 10 horas da manhã, igualando-se aos dois sistemas até as 13 horas, sendo inferior ao convencional às 14 horas e inferior aos dois, somente, a partir das 15 horas. Isso mostra uma diminuição do efeito cobertura vegetal morta na temperatura do solo. No entanto, como visto anteriormente no subitem 6.2.1, os métodos de manejo da cobertura de entressafra afetaram a decomposição do material vegetal sobre o solo e, conseqüentemente, a cobertura do solo aos 40 DDS. Com isso, nessa ocasião, constatou-se um efeito amenizado dos sistemas na temperatura do solo.

Quadro 16: Temperatura do solo (3 cm de profundidade) e do ar, 40 dias depois da semeadura da soja, nos diferentes sistemas de manejo do solo e da cobertura de entressafra.

	Temperatura do solo (ºC) aos 40 dias depois da semeadura da soja										
	8 h	9 h	10 h	11 h	12 h	13 h	14 h	15 h	16 h	17 h	18 h
(MS)*				**	**			**			
PD	20,8 a	20,9 a	21,8 a	22,4	24,0	27,0	30,3 b	31,0 b	30,2 b	29,4 b	28,6 b
PR	19,7 b	20,1 b	21,2 b	22,2	24,2	27,1	32,3ab	34,1 a	33,5 a	32,3 a	30,9 a
CO	20,2ab	20,3 b	21,4 b	22,5	24,5	28,2	33,5 a	35,2 a	35,5 a	33,6 a	31,8 a
(MC)											
RL	20,0	20,2ab	21,3	22,4	24,4ab	27,7	32,7	33,9	33,8	31,8	30,1
TP	20,0	20,1 b	21,4	22,3	23,6 b	27,0	31,1	32,5	32,1	31,1	29,7
HE	20,4	20,5ab	21,6	22,7	25,1 a	28,5	33,1	34,0	32,9	31,9	30,8
PO	20,5	20,9 a	21,6	22,2	23,8 b	26,5	31,2	33,3	33,4	32,3	31,0
Média	20,1	20,5	21,4	22,5	24,4	27,4	31,86	33,3	32,9	31,6	30,3
CV %	5,01	2,91	2,71	2,39	3,86	8,55	7,23	7,23	8,31	5,70	4,74
Ar	18,5	20,9	21,9	23,4	26,1	28,0	29,8	31,3	31,4	29,3	28,35

* Ver Figura 14 (gráfico da temperatura nos diferentes sistemas de manejo do solo) ** Apresentou interação entre os fatores (MSxMC).

Assim como o observado aos 9 DDS, os sistemas de manejo da cobertura de entressafra aos 40 DDS não diferiram significativamente entre si, quanto à temperatura do solo (Figura 15). Observando os resultados no sistema plantio direto, verificou-se o baixo ou nulo efeito benéfico da introdução da cultura do milheto, como segunda cultura de entressafra.

O Quadro 17 apresenta as temperaturas do solo médias por tratamento, avaliadas às 11horas do dia 26/01/00 (40 DDS). Apesar das diferenças da massa de cobertura do solo aos 40 DDS, mostradas no Quadro 13, dentre os tratamentos em sistema plantio direto, não se observou diferenças estatísticas. Por estes resultados pode-se inferir que, nas condições do dia 26/01/00, até mesmo a mais baixa cobertura do solo em plantio direto (1.498 $kg.ha^{-1}$ no manejo com triturador de palhas), associada a cobertura formada pelas plantas de soja, foram suficientes para que não houvesse diferença entre esses tratamentos. Já no sistema de manejo preparo reduzido, verificou-se maior temperatura no manejo do milheto com herbicida, diferenciando-se do manejo com rolo faca e do pousio. Fazendo novamente um paralelo com o Quadro 13, constata-se nestes últimos, numericamente, maior massa da cobertura do solo; mostrando assim, que no preparo reduzido (cobertura do solo entre 613 e 1.442 $kg.ha^{-1}$), os sistemas de manejo da cobertura de entressafra influenciaram a temperatura do solo às 11 horas.

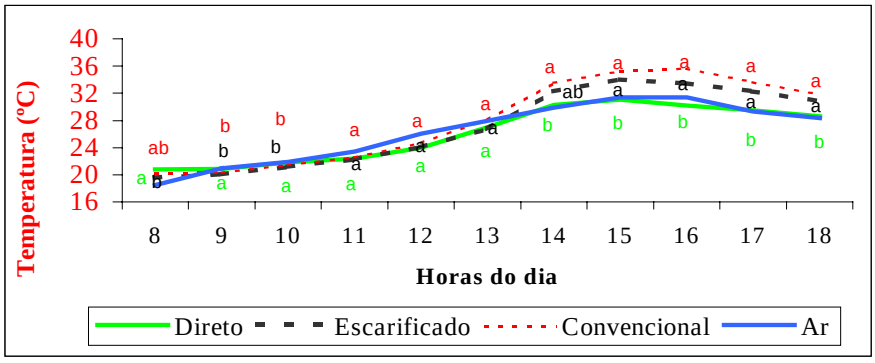

FIGURA 14: Temperatura do solo (3 cm de profundidade) e do ar, nos diferentes horários do dia 26/01/00 (40 DDS), em função dos sistemas de manejo do solo.

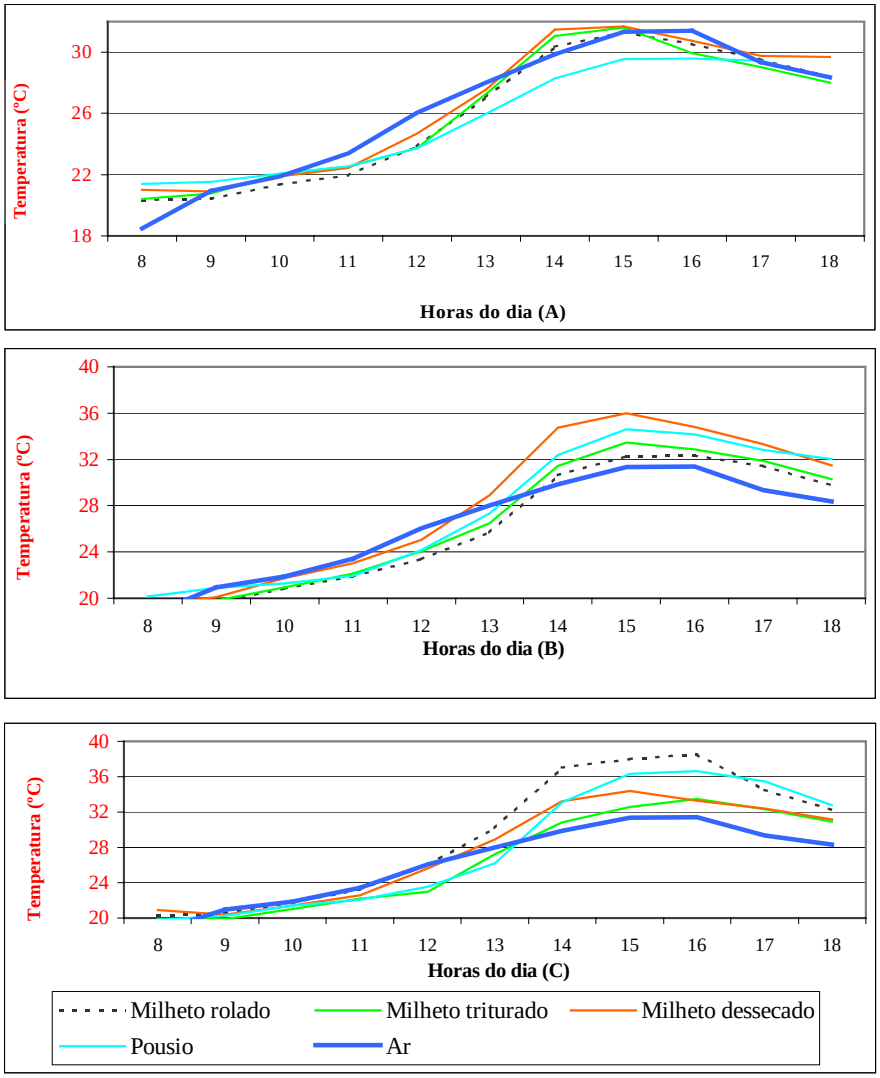

FIGURA 15: Temperatura do solo e do ar, nos tratamentos sistemas de manejo do solo: plantio direto (A); preparo reduzido (B) e preparo convencional (C), nos diferentes horários do dia 26/01/00, em função das condições de cobertura.

Por ser o preparo convencional, um sistema que promove a incorporação de grande parte da cobertura do solo, o manejo da cobertura, anteriormente realizado, influenciou aleatoriamente na temperatura do solo (Quadro 17).

Quadro 17: Temperatura do solo (ºC à 3 cm de profundidade) às 11 horas do dia 26/01/00 (40DDS da soja, safra99/00), nos diferentes sistemas de manejo do solo e da cobertura de entressafra.

Manejo da cobertura do solo	Manejo do solo		
	Plantio direto	Preparo reduzido	Preparo convencional
Rolo faca	21,9 Ba	21,9 Bb	23,2 Aa
Triturador de palha	22,5 Aa	22,1 Aab	22,2 Ab
Herbicida	22,4 Aa	23,0 Aa	22,6 Aab
Pousio	22,5 Aa	21,9 Ab	22,1 Ab
CV % 2,39			

Nos Quadros 18 e 19 constam, respectivamente, as temperaturas do solo às 12 e 15 horas do dia 26/01/00. Observa-se que apenas no preparo convencional houve diferenças na temperatura do solo entre os sistemas de manejo da cobertura de entressafra e tendo em vista a baixa cobertura morta do solo nesta ocasião, média de 87 $kg.ha^{-1}$ (Quadro 12), entendeu-se que estas diferenças foram ocasionadas pela influência da cobertura viva (soja IAC-17). Esta, no preparo convencional, apresentou média de 1.207, 1.347, 1.012 e 996 $kg.ha^{-1}$, respectivamente para os manejos da cobertura com rolo-faca (RL), triturador de palhas (TP), herbicida (HE) e pousio (PO). Por estes valores seriam esperadas maiores temperaturas nos dois últimos sistemas de manejo da cobertura, não constatadas nos Quadros 18 e 19. Baseado nessas observações, inferiu-se à casualidade dos resultados, ocasionada, por exemplo, por diferente radiação solar sobre a área onde estavam posicionados os sensores de determinação da temperatura.

Quadro 18: Temperatura do solo (ºC à 3 cm de profundidade) às 12 horas do dia 26/01/00 (40DDS da soja, safra99/00), nos diferentes sistemas de manejo do solo e da cobertura de entressafra.

Manejo da cobertura do solo	Manejo do solo		
	Plantio direto	Preparo reduzido	Preparo convencional
Rolo faca	22,8 Ba	23,4 Ba	26,0 Aa
Triturador de palha	23,7 Aa	24,1 Aa	23,0 Ab
Herbicida	24,7 Aa	25,1 Aa	25,5 Aa
Pousio	23,7 Aa	24,1 Aa	23,6 Ab
CV % 3,86			

Quadro 19: Temperatura do solo (ºC à 3 cm de profundidade) às 15 horas do dia 26/01/00 (40DDS da soja, safra99/00), nos diferentes sistemas de manejo do solo e da cobertura de entressafra.

Manejo da cobertura do solo	Manejo do solo		
	Plantio direto	Preparo reduzido	Preparo convencional
Rolo faca	32,3 Ba	32,3 Ba	38,0 Aa
Triturador de palha	31,6 Aa	33,5 Aa	32,5 Ab
Herbicida	31,7 Ba	36,0 Aa	34,4 ABab
Pousio	29,5 Ba	34,5 Aa	35,7 Aab
CV % 7,23			

6.2.2.3 Amplitude térmica no solo

As diferenças entre as temperaturas máximas e mínimas no solo das 8 às 18 horas, aos 9 e 40 DDS, foram calculadas e as médias são apresentadas no Quadro 20. O plantio direto apresentou o menor diferencial entre as temperaturas máximas e mínimas diárias nos dois dias de determinação (9 e 40 DDS), o que está de acordo com os dados de Levien (1999) e Furlani (2000), sendo uma das vantagens do sistema plantio direto mencionada por Derpsch et al. (1991), e constatado anteriormente por Sidiras & Pavan (1986). Nas condições e época de leitura do presente trabalho, não foram verificadas diferenças entre os sistemas de preparo reduzido e convencional, apesar de se observar entre eles médias mais distantes aos 9 DDS (14,8ºC e 17,1ºC), quando o preparo reduzido apresentava 2.252 $kg.ha^{-1}$ de cobertura morta, contra os 676 $kg.ha^{-1}$ no preparo convencional (Quadro 12). Porém, na segunda amostragem a cobertura morta do solo no preparo reduzido, diminuiu para 900 $kg.ha^{-1}$,

considerando a influência que a cobertura das plantas de soja passaram a ter (1.063 kg.ha^{-1}) e as temperaturas mais amenas neste dia (Figura 11), as médias da amplitude do solo desses dois sistemas se aproximaram ainda mais.

Quadro 20: Amplitude térmica no solo (3 cm de profundidade), das 8 às 18 horas, aos 9 e 40 dias depois da semeadura da soja (9 e 40 DDS), da safra 1999/00, nos diferentes sistemas de manejo do solo e da cobertura de entressafra.

	Amplitude térmica no solo (ºC)	
	9 DDS	40 DDS
Manejo do solo (MS)		
Plantio direto	8,2 b	10,9 b
Preparo reduzido	14,8 a	15,1 a
Preparo convencional	17,1 a	16,4 a
Manejo da cobertura (MC)		
Rolo faca	12,7	15,3
Triturador de palha	12,6	13,4
Herbicida	13,7	14,4
Pousio	14,6	13,4
Média	13,4	14,1
CV %	25,1	21,8

6.2.3 Teor de água e resistência do solo à penetração

A resistência à penetração, foi obtida na linha e na entrelinha da cultura da soja aos 60 DDS (início do florescimento). Dada a correlação negativa dessa variável com o teor de água no solo (Orlando et al., 1998), este foi determinado no mesmo dia, sendo apresentado no Quadro 21. A média de 246 g.kg^{-1} na camada entre 0 e 10 cm de profundidade, encontrou-se bem abaixo do limite de plasticidade desse solo (340 g.kg^{-1}, Quadro 1). A obtenção da resistência à penetração com teores de água abaixo desses, torna-se uma tarefa muito difícil de se realizar no campo, com esse equipamento manual. Numericamente o plantio direto apresentou maior teor de água na camada de 0-10cm e de 10-20cm, no entanto, não se constatou diferença significativa. O teor de água foi maior no milheto manejado com triturador de palha, diferenciando-se do milheto manejado com rolo faca. Verificou-se pelas médias das três profundidades amostradas, que houve um aumento no teor de água em profundidade. Apesar dessas diferenças nos teores de água, não houve diferença entre os sistemas de manejo da cobertura, quanto a resistência a penetração do solo.

Quadro 21: Teor de água no solo aos 60 dias depois da semeadura da soja (60 DDS), da safra 1999/00, nos diferentes sistemas de manejo do solo e da cobertura de entressafra.

	Teor de água no solo ($g.kg^{-1}$)		
	0 – 10cm	10 – 20cm	20 – 30cm
Manejo do solo (MS)			
Plantio direto	281	296	316
Preparo reduzido	243	283	317
Preparo convencional	253	286	289
Manejo da cobertura (MC)			
Rolo faca	230 b	282	308
Triturador de palha	260 a	292	308
Herbicida	244ab	290	321
Pousio	253ab	289	292
Média	246	288	292
CV %	10,43	6,97	5,61

O sistema plantio direto apresentou maior resistência à penetração na linha de cultivo (5cm ao lado das plantas) até os 20cm de profundidade, igualando-se ao convencional aos 25cm e não havendo diferença entre os sistemas a partir dos 30cm. O preparo convencional apresentou menores médias diferentes estatisticamente do preparo reduzido aos 5 e 10cm de profundidade, igualando-se a partir dos 15cm e havendo uma inversão numérica nas profundidades de 20 e 25cm, quando o preparo reduzido mostrou menores valores.

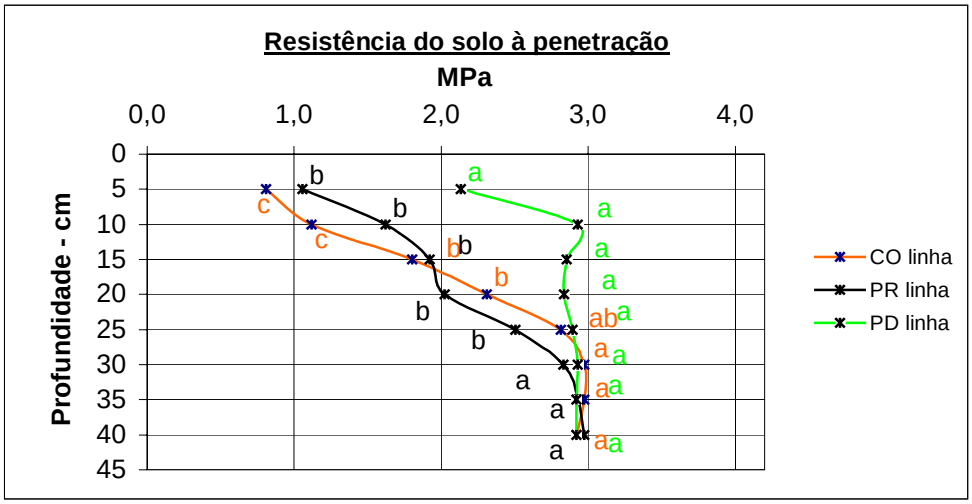

FIGURA 16: Resistência do solo à penetração (MPa) aos 60 dias depois da semeadura da soja, na linha de semeadura, nos diferentes sistemas de manejo do solo (letras iguais numa mesma profundidade, representa igualdade entre os manejos).

A Figura 17 apresenta a resistência do solo à penetração na entrelinha da cultura da soja (safra 1999). Não se observou diferença entre os sistemas de preparo reduzido e convencional em profundidade. Estes apresentaram médias menores que o plantio direto até os 30cm, igualando-se os sistemas a partir desta profundidade.

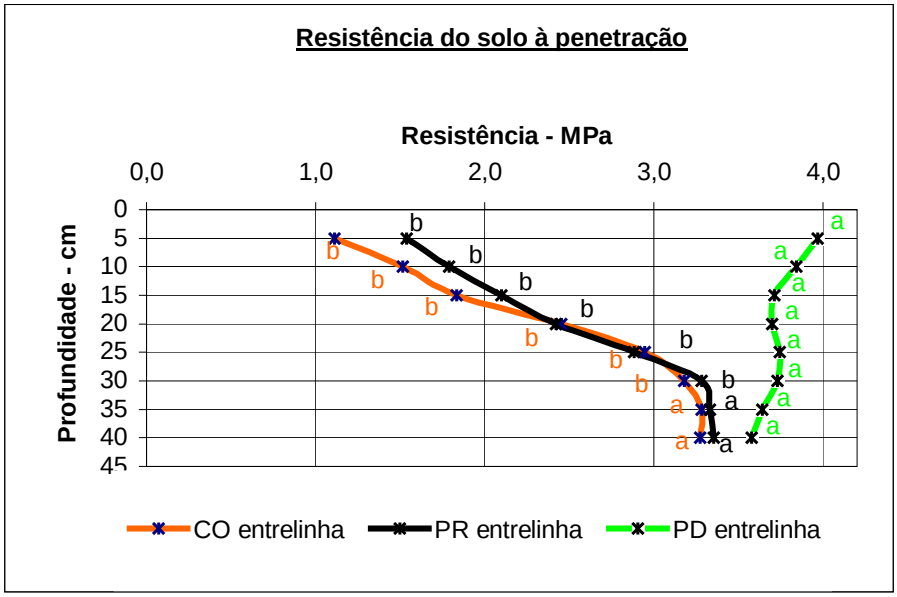

FIGURA 17: Resistência do solo à penetração (MPa) aos 60 dias depois da semeadura da soja, na entrelinha de semeadura, nos diferentes sistemas de manejo do solo.

No plantio direto (PD) observa-se (Figura 18), menor resistência à penetração na linha da cultura comparada à entrelinha, em todo o perfil do solo, mas principalmente a 5cm de profundidade (diferença de 1,84 MPa), podendo-se relacionar grande parte desse efeito a ação da haste sulcadora de deposição do adubo, associada a ação das raízes da cultura nessa profundidade. No preparo reduzido (PR) essa diferença foi menor e, praticamente nula, na camada de 15 à 25 cm, no preparo convencional (CO). Por ser uma área experimental de manejo de solo e máquinas agrícolas, utilizando-se nos ensaios, tratores muitas vezes superdimencionados e pulverizadores com largura de trabalho de até 12 m operando em parcelas de 7 m de largura, houve ao longo dos anos tráfego excessivo, que prejudicou a estrutura do solo, principalmente no plantio direto, por não haver nesse, operações de preparo que amenizassem esses efeitos. Pode-se considerar portanto, que esta condição de compactação do solo, encontra-se acima da esperada em lavouras comerciais com mesmo número de anos cultivados.

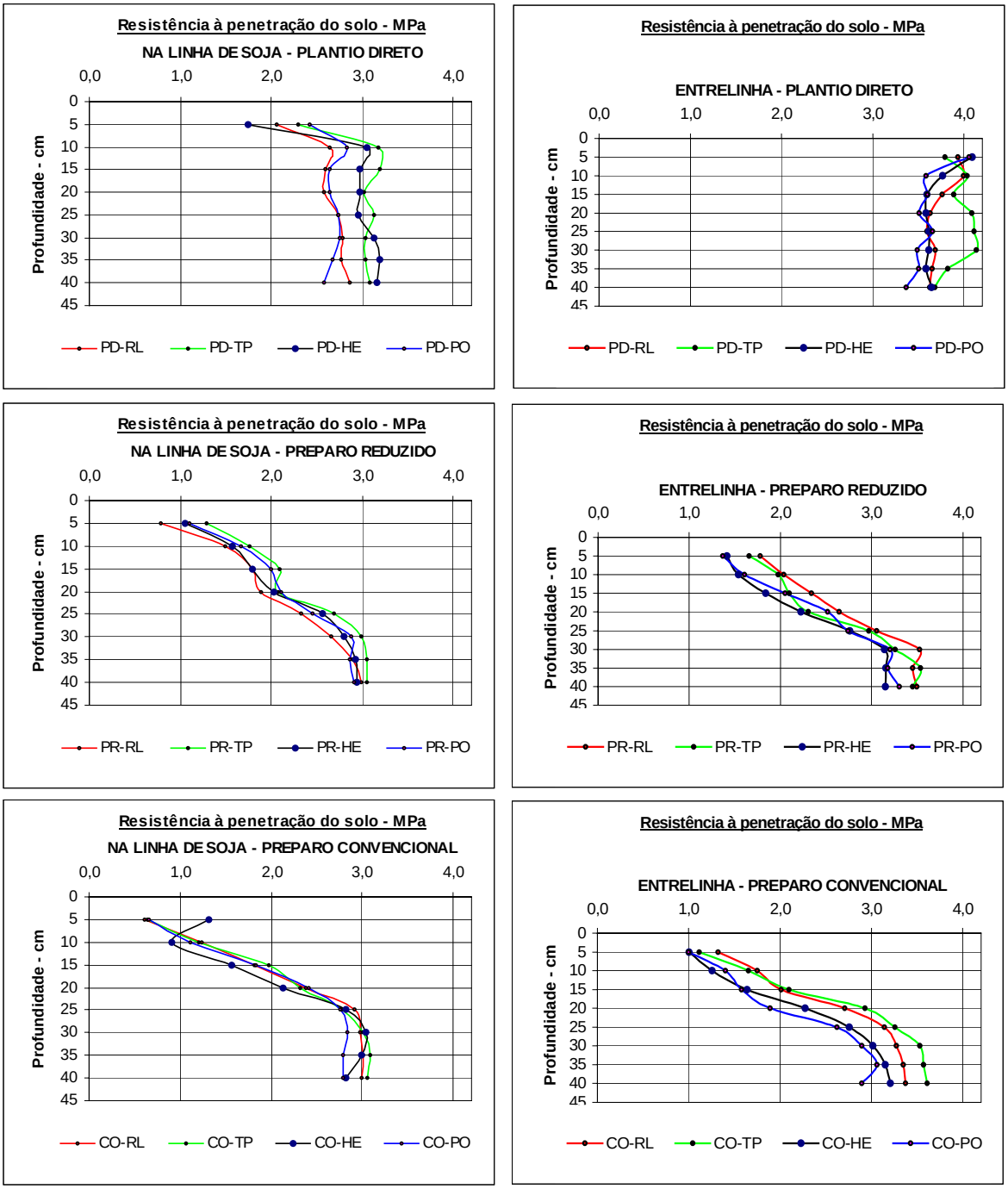

FIGURA 18: Resistência do solo à penetração (MPa) aos 60 dias depois da semeadura da soja, na linha e entrelinha da cultura, nos diferentes sistemas de manejo do solo e da cobertura de entressafra.

6.2.4 Desenvolvimento da cultura da soja (safra 1999/00)

6.2.4.1 Velocidade de emergência

A velocidade de emergência da cultura da soja na safra 1999/00, apresentou baixos índices, em relação aos da safra 2000/01, podendo associar isso, principalmente, ao período de 10 dias sem a ocorrência de chuva após a semeadura na primeira safra de soja e à diferença de cultivares. O Quadro 22 apresenta o índice médio de velocidade de emergência para as cultivares CO-201 e IAC-17. A soja no preparo reduzido apresentou velocidade de emergência maior do que no preparo convencional, não diferindo estatisticamente do plantio direto. Pode-se inferir, que no preparo reduzido houve uma associação dos benefícios da mobilização do solo e da manutenção da cobertura vegetal sobre o terreno. A exemplo de alguns fatores intrínsecos desse tipo de manejo do solo, podem ser mencionados a porosidade do solo e a fragmentação das partículas, que promovem específico contato semente-solo; e a cobertura do terreno, influenciando a temperatura e o teor de água no solo e, consequentemente, a germinação da semente. Outro fator de grande influência nesses resultados é a profundidade de deposição da semente, variável não avaliada nessa pesquisa.

Quadro 22: Índice de velocidade de emergência da soja (safra 1999/00), nos diferentes sistemas de manejo do solo e da cobertura de entressafra.

	Índice de velocidade de emergência	
	CO-201	IAC-17
Manejo do solo (MS)		
Plantio direto	4,2ab	2,5ab
Preparo reduzido	4,5 a	3,0 a
Preparo convencional	3,4 b	1,8 b
Manejo da cobertura (MC)		
Rolo faca	4,0	2,6
Triturador de palha	4,2	2,5
Herbicida	4,0	2,4
Pousio	3,8	2,3
Média	4,0	2,4
CV %	27,1	41,9

6.2.4.2 Matéria seca da parte aérea da cultura da soja

A cultura da soja não apresentou diferença entre os tratamentos, quanto a massa da matéria seca da parte aérea em todas as avaliações durante o desenvolvimento da cultura (aos 40, 71, 100 e 127 DDS). Esta variável apresentou baixo coeficiente de correlação com a produtividade de grãos da cultura da solo (Quadro 23).

Quadro 23: Massa de matéria seca da parte aérea ($kg.ha^{-1}$) da cultura da soja, safra 1999/00.

	40 DDS		71 DDS		100 DDS		127 DDS	
	----------(kg.ha^{-1})----------							
	CO-201	IAC-17	CO-201	IAC-17	CO-201	IAC-17	CO-201	IAC-17
Manejo do solo								
Plantio direto	1.391	1.166	4.771	4.723	7.092	6.845	6.465	5.600
Preparo reduzido	1.392	1.167	5.171	4.980	7.172	7.331	6.300	6.053
Preparo convencional	1.305	1.088	5.039	4.801	6.844	7.297	5.916	5.749
Manejo da cobertura								
Rolo faca	1.233	1.207	4.966	5.347	7.032	7.407	5.763	6.212
Triturador de palha	1.340	1.347	5.207	4.882	7.130	6.979	6.200	5.980
Herbicida	1.431	1.012	4.607	4.672	6.885	6.783	6.400	5.388
Pousio	1.247	996	5.193	4.673	7.098	7.462	6.545	5.621
Média	1.363	1.063	4.994	4.437	7.035	7.153	6.245	5.800
CV %	29,4	30,6	19,22	25,0	18,8	19,9	13,7	19,2
Correlação com a produtividade.	0,10		-0,03		-0,15		1,15	

A Figura 19 apresenta as médias de massa da matéria seca da parte aérea por cultivar nessas quatro avaliações. Na avaliação dos 40 DDS, corresponde ao dia 26/01/00, as plantas atingiram pouco mais de 1.000 $kg.ha^{-1}$ de matéria seca da parte aérea. Os meses de dezembro de 1999 e janeiro de 2000, somaram 391 mm de precipitação pluviométrica (Quadro 3), sendo 23 mm antes do preparo do solo, 25 mm entre o preparo e a semeadura, 58 mm aos 10 DDS, 105 mm, 110 e 70 mm, respectivamente no 1º, 2º e 3º decêndio de janeiro de 2000. Levien (1999) constatou em janeiro de 1997, 485 mm de precipitação pluviométrica. Portanto, sistemas de manejo que não mantêm o solo com cobertura vegetal, e assim protegido da ação erosiva das chuvas neste período de implantação da cultura de verão, devem ser considerados inadequados para as condições climáticas de Botucatu, por não atender ao princípio de sustentabilidade dado por Jongebreur (2000), de não

comprometer a capacidade de produção futura, que atenderá as necessidades de outros.

O acúmulo de matéria seca dos 40 aos 71 DDS foi de aproximadamente 3.750 kg.ha^{-1}, sendo que este período correspondeu ao intervalo entre o estádio vegetativo V6 e o estádio vegetativo V13 ou reprodutivo R3-4, estando de acordo com os dados de POTAFOS (s.d.).

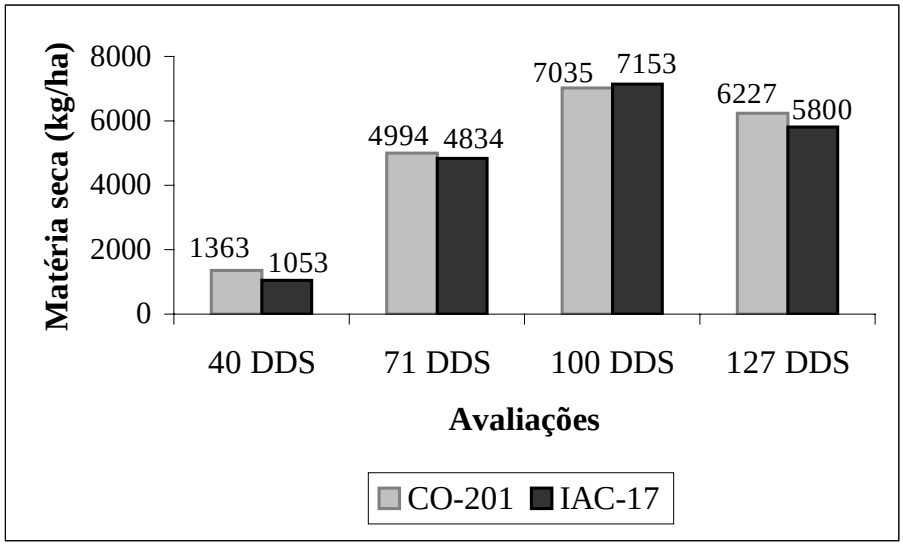

FIGURA 19: Acúmulo de matéria seca da parte aérea das duas cultivares de soja (1999/00).

Nos Quadros 22 e 23 e na Figura 19, nota-se o desenvolvimento inicial maior da cultivar de soja CO-201, o que tende a formar com maior rapidez a cobertura do solo pela cultura e, consequentemente, diminuir a susceptibilidade do solo à erosão nessa fase crítica do processo produtivo.

6.2.4.3 Produtividade de grãos da cultura da soja

Os valores médios da produtividade de grãos da cultura da soja foram de 3.000 e 2.667 kg.ha^{-1}, respectivamente para as cultivares CO-201 e IAC-17. Visualmente, a segunda cultivar apresentou desenvolvimento inicial mais lento, fator esse traduzido pela menor velocidade de emergência e matéria seca na parte aérea nas duas primeiras amostragens (Figura 19 e Quadro 23), revelando que a primeira cultivar apresentou melhor potencial produtivo nessa situação específica de solo (química e física) e de semeadura em meados de

dezembro. Caso a determinação da matéria seca da parte aérea fosse apenas aos 100 DDS, não seria perceptível diferenças entre as cultivares, sugerindo que em outros ensaios com a soja, seja dada maior ênfase para a fase inicial do desenvolvimento da cultura (até os 70 DDS). Houve diferença estatística somente para a cultivar CO-201, nos sistemas de manejo do solo, onde o plantio direto apresentou maior produtividade de grãos, diferindo do preparo convencional (Quadro 24).

Ao analisar anteriormente as figuras 16, 17 e 18 verificou-se maior resistência do solo à penetração no plantio direto, evidenciando a ocorrência de compactação nesse sistema. No entanto, essa desvantagem não resultou em menores produtividades, sugerindo três hipóteses: a) a maior retenção de água no sistema plantio direto ou a regular precipitação pluviométrica durante o período de desenvolvimento da cultura, amenizou os efeitos negativos da compactação do solo; b) os fatores químicos do solo, favoráveis ao sistema plantio direto, apresentaram maior influência sobre a produtividade da soja; c) a abertura de sulcos de semeadura no solo com hastes sulcadoras é suficiente para a cultura se desenvolver; ou d) a interação dessas hipóteses somada a outros fatores inerentes aos sistemas, como por exemplo microorganismos do solo, e outros efeitos, principalmente os proporcionados pela cobertura morta.

Correlacionando a produtividade da soja (nos 2 anos) com outras variáveis, verificou-se não haver coeficiente de correlação menor que –0,5 ou maior que 0,5, exceto na correlação entre produtividade da soja e número de plantas daninhas aos 69 DDS (na soja safra 2000/01, Quadro 32), com coeficiente de correlação de 0,57. Em módulo, as outras variáveis que apresentaram maior correlação (coeficiente entre 0,4 e 0,5), foram as de massa e porcentagem de cobertura do solo, temperatura do solo nas horas mais quente do dia, umidade do solo e fertilidade do solo nas camadas de 0 a 7cm.

Numericamente, as médias por sistemas de manejo da cobertura, na cultivar IAC–17, apresentou menor produtividade de grãos no pousio. Relacionando esses resultados com outros, verificou-se, também, menor velocidade de emergência e matéria seca da parte aérea da cultura aos 40 DDS (fase do desenvolvimento determinante e/ou diagnóstico) e maiores temperatura do solo e amplitude térmica aos 9 DDS, nesse sistema de manejo da cobertura. Adiante, no Quadro 25 , encontra-se o teor de água depois da colheita da soja ou no preparo do solo para a aveia preta, apresentando o pousio, os menores teores. Favorável a esse

sistema, encontram-se as variáveis de fertilidade da área (níveis da Ca, Mg, K, P, H+Al, índice de pH, CTC e V%). No entanto, as cultivares diferenciaram-se nas respostas aos tratamentos.

Quadro 24: Produtividade de grãos da cultura da soja, safras 1999/00, nos diferentes sistemas de manejo do solo e da cobertura de entressafra.

Safra 1999/2000	Cultirar CO-201			
	----------(kg.ha^{-1})----------			
CV % 13,9	Plantio Direto	Preparo Reduzido	Convencional	Média
Rolo faca	3.352	3.358	2.538	3.083
Triturador de Palha	3.372	2.880	2.744	2.999
Herbicida	2.976	3.174	2.605	2.919
Pousio	3.617	3.198	2.178	2.998
Média	3.330A	3.152A	2.517B	3.000

Safra 1999/2000	Cultirar IAC-17			
	----------(kg.ha^{-1})----------			
CV % 12,9	Plantio Direto	Preparo Reduzido	Convencional	Média
Rolo faca	2.822	2.576	2.923	2.774
Triturador de Palha	3.033	2.684	2.581	2.766
Herbicida	2.586	2.567	2.739	2.631
Pousio	2.603	2.266	2.626	2.499
Média	2.774	2.524	2.774	2.667

6.3 Entressafra 2000 (cultura da aveia preta e pousio)

6.3.1 Teor de água no solo

O teor de água no preparo do solo apresentou-se baixo, com média de 199, 220 e 239 g.kg^{-1}, nas camadas de 0 a 10cm, 10 a 20cm e 20 a 30cm respectivamente, abaixo da faixa preferencial de preparo, apontada por Levien (1999), entre 260 e 340 g.kg^{-1}. Na discussão desenvolvida por esse autor, utilizando-se de algumas citações bibliográficas, referiu-se ao ponto ótimo para o trabalho com máquinas no campo, situado entre o Limite Inferior de Friabilidade (próximo ao ponto de murcha permanente que é de 260 g.kg^{-1} para solos argilosos) e o limite de plasticidade (Quadro 1). O preparo do solo nessa época seca, foi com a intenção de realizar a semeadura da aveia preta aproveitando-se as próximas chuvas (ver esquema na Figura 1). Numericamente, o preparo reduzido apresentou maiores médias entre 10 e 20cm, mas diferenciando-se apenas na camada dos 20 aos 30cm de profundidade.

Observando os Quadros 12 e 23, que mostram respectivamente a cobertura morta do solo e a matéria seca da parte aérea da soja aos 123 DDS, constatou-se que não houve diferenças entre os sistemas quanto à essas variáveis. Portanto, as diferenças ocorridas no teor de água entre os sistemas de manejo da cobertura, não são decorrentes da quantidade de cobertura sobre o solo. O teor de água no solo em pousio apresentou nas três camadas as menores médias, não diferente do manejo com herbicida, que se apresentou numa posição intermediária. O manejo com triturador de palhas apresentou maiores teores de água no solo nas camadas de 10 a 20cm e de 20 a 30cm. O rolo-faca apresentou maior teor na camada de 0 a 10cm, no entanto, com média igual ao pousio e ambos abaixo estatisticamente do manejo com triturador de palhas na camada mais inferior.

O teor de água no solo aos 56 DDS apresentou diferença estatística significativa na camada de 0 a 10cm entre os sistemas de plantio direto e convencional, este com menor média (Quadro 25). Entre os sistemas de manejo da cobertura de entressafra, nas três camadas, constatou-se maior teor de água no solo em pousio, destacando a boa cobertura do solo presente nesse, remanescente da cultura de verão e a baixa absorção da água do solo por plantas, por não haver sido implantada uma cultura de entressafra nesse sistema.

Quadro 25: Teor de água no solo , avaliado no preparo do solo (78 dias antes da semeadura – 78 DAS) e aos 0 e 56 dias depois da semeadura da aveia preta, nos diferentes sistemas de manejo do solo e da cobertura de entressafra.

	Preparo do solo			Semeadura	56 DDS		
	0–10cm	10–20cm	20–30cm	0– 10cm	0–10cm	10–20cm	20–30cm
	----------(g.kg^{-1})----------						
Manejo do solo (MS)							
Plantio direto	*	*	*	287	231 a	242	251
Preparo reduzido	199	220	245a	289	222 ab	247	261
Preparo convencional	198	213	232 b	283	206 b	239	252
Manejo da cobertura (MC)							
Rolo faca	206 a	223ab	235 b	287	211 b	232 b	240 b
Triturador de palha	202ab	237 a	250 a	286	210 b	229 b	241 b
Herbicida	195bc	210bc	238ab	285	209 b	227 b	241 b
Pousio	191 c	197 c	231 b	286	248 a	282 a	296 a
Média	199	220	239	286	220	243	254
CV %	3,01	5,46	3,83	5,52	9,43	4,26	5,03

* Não avaliado

6.3.2 Cobertura do solo

O Quadro 26 apresenta os resultados do percentual de cobertura morta do solo, que foi avaliado imediatamente após o preparo, após a semeadura e após o manejo das plantas de cobertura e a massa de matéria seca aos 25, 50, 75 e 90 dias depois da semeadura da aveia preta. Em todas as avaliações a cobertura do solo foi maior no plantio direto, seguido do preparo reduzido e por último pelo preparo convencional. Aos 90 DDS verificou-se no plantio direto uma quantidade de cobertura morta com valores próximos ao da primeira avaliação, sendo que esse resultado pode estar relacionado à baixa decomposição, influenciada pela baixa precipitação pluviométrica nesse período, 111 mm em 75 dias e pela contribuição dada à cobertura pela cultura da aveia preta, que apresentou secamento e queda das folhas mais velhas, passando essas a serem consideradas cobertura morta.

De maneira geral, o solo em pousio de entressafra, apresentou maior cobertura do solo. Considerando que a semeadura da aveia também foi realizada nesses tratamentos (com posterior dessecação), pode-se concluir que a decomposição do material vegetal ocorreu mais lentamente na ausência da cultura da aveia do que na sua presença, fato já constatado anteriormente por Levien (1999), inclusive após o manejo de plantas de cobertura.

A porcentagem de cobertura após a semeadura da aveia preta foi menor que as médias obtidas por Levien (1999) e Furlani (2000) e maiores que as obtidas por Klein et al. (1993). No entanto, em todas essas pesquisas, comparando-se a porcentagem de cobertura anterior com a posterior à semeadura, constatou-se um percentual de manutenção da cobertura, em torno de 90% no plantio direto. Já no preparo reduzido, este índice apresentou variação entre 42% (Klein et al., 1993) e 63% (Furlani, 2000), o que pode ser explicado pela fragmentação da cobertura vegetal ocorrida durante a escarificação e o maior contato com o solo, tornando-a mais susceptível aos agentes decompositares .

Quadro 26: Cobertura morta, avaliada aos 25, 50, 75 e 90 dias da semeadura da aveia, nos diferentes sistemas de manejo do solo e da cobertura de entressafra.

	Após o preparo do solo	Após a semeadura da aveia preta	Dias depois da semeadura				Após o manejo da aveia preta
			25	50	75	90	
	---------(%)---------		----------(kg.ha^{-1})----------				(%)
Manejo do solo (MS)							
Plantio direto	94 a	84 a	5.295 a	4.443 a	4.928 a	5.227 a	95 a
Preparo reduzido	65 b	37 b	1.911 b	1.808 b	1.581 b	1.645 b	86 b
Preparo convencional	06 c	03 c	103 c	128 c	188 c	375 c	66 c
Manejo da cobertura (MC)							
Rolo faca	54	42	2.086 ab	1.938 b	1.686	2.155 b	89 a
Triturador de palha	54	43	1.879 b	1.652 b	1.954	1.791 b	92 a
Herbicida	55	41	2.199 ab	1.697 b	2.276	2.380 ab	93 a
Pousio	57	41	3.484 a	3.219 a	3.015	3.338 a	55 b
Média	55	41	2.436	2.127	2.232	2.416	82
CV %	7,75	13,54	59,1	47,8	72,1	39,3	9,4

No Quadro 27 verifica-se a elevada cobertura do solo no tratamento plantio direto (PD) – pousio de entressafra (PO), de 7.762 kg.ha^{-1} aos 90 dias depois da semeadura da aveia preta. A cobertura morta no plantio direto, média de 5.295 kg.ha^{-1}, foi bem abaixo dos 14.936 kg.ha^{-1} obtidos após a semeadura das culturas de entressafra por Furlani (2000), resultados estes conseqüência de dois anos da sucessão aveia preta/milho (Levien, 1999). Somando-se a produtividade de matéria seca da parte aérea da aveia preta no sistema PD, que apresentou média de 4.039 kg.ha^{-1} (Quadro 29) com a cobertura morta no solo no PD – triturador de palhas (TP), com média de 3.447 kg.ha^{-1}, tem-se 7.486 kg.ha^{-1} de cobertura total do solo, estando abaixo da média verificada no PD-PO. Sem desconsiderar os efeitos alelopáticos da aveia preta na supressão de plantas daninhas (Almeida, 1988), no entanto, ao verificar as condições climáticas do presente ano, as condições da vegetação espontânea, pouco desenvolvida devido ao manejo com herbicidas nos anos anteriores e a baixa interferência das plantas daninhas na cultura subseqüente da soja, pode-se considerar o pousio de entressafra como alternativa viável a integrar os sistemas de rotação de culturas em plantio direto, antecedendo a cultura da soja. Dados de alta cobertura do solo no pousio foram também verificados anteriormente por Levien (1999) e Furlani (2000).

Quadro 27: Massa de matéria seca da cobertura morta do solo (kg.ha^{-1}), aos 90 dias depois da semeadura da aveia preta, nos diferentes sistemas de manejo do solo e da cobertura de entressafra.

Manejo da cobertura do solo	Manejo do solo		
	Plantio direto	Preparo reduzido	Preparo convencional
Rolo faca	4.720Ab	983Ba	763Ba
Triturador de palha	3.447Ab	1.657Ba	269Ba
Herbicida	4.978Ab	1.940Ba	223Ca
Pousio	7.762Aa	2.006Ba	245Ca
CV % 39,3			

A porcentagem de cobertura do solo após o manejo de entressafra apresentou diferenças entre os sistemas de preparo (Quadro 28). Observando os sistemas de manejo da cobertura de entressafra, constatou-se que nos sistemas, aveia manejada com rolo-faca e com triturador de palhas, a porcentagem de cobertura do solo foi maior no plantio direto, diferenciando-se estatisticamente do convencional. Através dos valores médios da cobertura do solo obtidos no preparo convencional (CO), verificou-se que a cobertura de aveia preta não produziu matéria seca da parte aérea suficiente para cobrir totalmente a área, diferente dos dados obtidos por Levien (1999). No entanto, a não introdução dessa neste sistema (CO-PO) deixou o solo quase que totalmente exposto (82% sem cobertura) durante toda a entressafra, sofrendo assim as intempéries das condições climáticas locais.

Quadro 28: Porcentagem de cobertura do solo após o manejo da cobertura da entressafra de 2000.

Manejo da cobertura do solo	Manejo do solo		
	Plantio direto	Preparo reduzido	Preparo convencional
Rolo faca	97Aa	94ABa	75Ba
Triturador de palha	98Aa	95ABa	84Ba
Herbicida	99Aa	93 Aa	86Aa
Pousio	86Aa	61 Bb	18Cb
CV % 9,45			

6.3.3 Matéria seca da parte aérea da cultura da aveia preta

Diferente do ocorrido na entressafra anterior, na cultura do triticale, a aveia preta não apresentou diferença na produtividade de matéria seca no final do ciclo da

cultura. Este ciclo, por sua vez, foi encurtado pela influência dos fatores climáticos ocorridos após a implantação da cultura no final de julho. Analisando os dados de precipitação pluviométrica (Quadro 3), observou-se boa distribuição dessa, até o primeiro decêndio do mês de setembro, podendo ser este o fator responsável pelos maiores valores da matéria seca na parte aérea no sistema plantio direto nas duas primeiras amostragens (25 e 50 DDS), aliado aos fatores de ordem química e física do solo. A não ocorrência de chuvas até o início de novembro (o Quadro 6 apresenta os dias de amostragens) pode ter sido mais prejudicial às plantas no sistema plantio direto (solo apresentando maior compactação), havendo maior desenvolvimento das plantas em solo preparado. Como visto no Quadro 25, o teor de água no solo aos 56 DDS (6 dias após a segunda avaliação de matéria seca da cultura da aveia preta) apresentava-se com médias de 210, 230 e 240 $g.kg^{-1}$, nas camadas de 0 a 10, 10 a 20 e 20 a 30cm e, considerando a não ocorrência de chuva após esse dia, constata-se que a cultura sofreu estresse hídrico.

Quadro 29: Massa de matéria seca ($kg.ha^{-1}$) da cultura da aveia preta, avaliada aos 25, 50, 75 e 90 dias depois da semeadura, nos diferentes sistemas de manejo do solo e da cobertura de entressafra.

	25DDS	50 DDS	75 DDS	90 DDS
	----------($kg.ha^{-1}$)----------			
Manejo do solo (MS)				
Plantio direto	794 a	1594 a	3493	4039
Preparo reduzido	719 a	1566 ab	3631	3687
Preparo convencional	412 b	1186 b	3181	3441
Manejo da cobertura (MC)				
Rolo faca	643 a	1501 a	3149	4174
Triturador de palha	609 a	1473 a	3468	4292
Herbicida	675 a	1473 a	3688	3979
Pousio				541 *
Média	642	1.448	3.435	4.169
CV %	27,0	27,3	18,2	20,2

* Foi utilizado nessas análises o fatorial 3x3 e a matéria seca da vegetação espontânea não participou da análise estatística

6.4 Safra 2000/01 (cultura da soja)

6.4.1 Teor de água no solo

O teor de água no dia do preparo do solo para a implantação da cultura

da soja (31/10/2000) apresentou-se muito baixo (ver resultados e discussão no item 6.3.1), influenciando, assim, nas operações de aração e escarificação do solo, sendo os resultados destas operações discutidos no subitem 6.6.2.

O manejo da cobertura de entressafra não influenciou o teor de água no solo em nenhuma das avaliações (preparo do solo, semeadura ou aos 47 DDS). O plantio direto apresentou os maiores resultados, diferenciando-se do convencional nas duas profundidades de avaliação no preparo do solo e na primeira camada (0 a 10cm) na semeadura da soja. Aos 47 DDS da soja não houve diferença entre os sistemas de manejo do solo, resultado justificado pela baixa cobertura do solo, inclusive no plantio direto, decorrente da alta mobilização na operação de semeadura.

Quadro 30: Teor de água no solo, avaliado no preparo do solo, na semeadura da soja e aos 47 dias depois da semeadura (47 DDS), nos diferentes sistemas de manejo do solo e da cobertura de entressafra.

	Preparo do solo		Semeadura da soja		47 DDS	
	0–10cm	10–20cm	0–10cm	10–20cm	0–10cm	10–20cm
	----------(g.kg^{-1})----------					
Manejo do solo (MS)						
Plantio direto	208 a	214 a	286 a	269	215	221
Preparo reduzido	199ab	211ab	259ab	281	210	219
Preparo convencional	194 b	201 b	235 b	277	213	230
Manejo da cobertura (MC)						
Rolo faca	199	205	266	269	210	221
Triturador de palha	198	208	254	273	213	227
Herbicida	199	206	256	283	221	217
Pousio	206	217	264	277	205	227
Média	200	208	260	275	212	223
CV %	7,3	6,9	15,6	7,8	9,8	9,8

6.4.2 Cobertura do solo

A porcentagem de cobertura após o preparo do solo encontra-se no Quadro 31. O plantio direto apresentou a maior média, seguido pelo preparo reduzido e este, pelo convencional. O pousio de entressafra apresentou menor média nesta avaliação. Após a semeadura da soja, através dos dados de porcentagem de cobertura, percebeu-se a alta

mobilização do solo ocorrida nesta operação (profundidade da haste sulcadora próximo de 13 cm). Dos 94,6% de cobertura do solo no plantio direto, restaram apenas 38,5%; apresentando esta operação de semeadura índice de manutenção da cobertura de apenas 40,7%. O preparo reduzido do solo e a semeadura da soja, resultaram em apenas 26,7% de cobertura abaixo dos 30%, que definia preparo conservacionista do solo (padrão estabelecido nos anos 80, Levien (1999)). No entanto, considerando que o terreno da área era plano, que o índice de rugosidade da superfície do solo nesse sistema apresentava-se elevado e estando subentendido a utilização de outras práticas conservacionistas, como terraceamento e semeadura em nível, não se pode desclassificar este manejo de solo, sem o estudo das perdas de solo e água.

Quadro 31: Cobertura morta do solo , avaliada aos 30, 47, 69, 91 e 120 dias da semeadura da soja, safra 2000/01, nos diferentes sistemas de manejo do solo e da cobertura de entressafra.

	Após o preparo do solo	Após a semeadura da soja	Dias depois da semeadura				
			30	47	69	91	120
	---------(%)---------		----------(kg.ha^{-1})----------				
Manejo do solo (MS)							
Plantio direto	94,6a	38,5a	1.714a	1.866a	1.342a	1.093 a	2.580
Preparo reduzido	55,7b	26,7b	859b	780b	619b	899ab	2.275
Preparo convencional	2,8c	3,9c	100c	86c	386b	630 b	2.508
Manejo da cobertura (MC)							
Rolo faca	54,8a	24,8ab	770	1.138	861ab	972	2.394
Triturador de palha	55,8a	21,3bc	827	903	922 a	868	2.313
Herbicida	57,4a	29,8a	1.234	1 043	830ab	944	1.594
Pousio	36,2b	16,3c	733	559	517 b	711	2.517
Média	51,0	23,0	983	910	782	874	2.454
CV %	11,5	30,2	83,19	83,9	40,7	40,0	25,7

6.4.3 Matéria seca da parte aérea e número de plantas daninhas

Concomitante à avaliação de matéria seca da cultura da soja e da cobertura do solo, realizou-se as avaliações de plantas daninhas. O Quadro 32 apresenta os

resultados dessa variável, em massa de matéria seca nas cinco avaliações e, também, em número a partir da segunda avaliação.

De maneira geral, o plantio direto apresentou as maiores quantidades de matéria seca da parte aérea, seguido do preparo reduzido e este pelo convencional. O fato dos manejos da cobertura de entressafra terem sido realizados 27 dias antes da semeadura da soja (Quadros 6 e 7), não havendo posterior controle das plantas daninhas, contribuiu para os maiores valores no plantio direto e também porque o preparo periódico secundário no manejo convencional, ocorreu no dia da semeadura da soja, diminuindo-se as plantas daninhas nessas parcelas.

Baseado na conclusão de Hoffman et al. (1998), sobre o maior banco de sementes na camada de 0 a 5cm no plantio direto, outro fator responsável pela maior infestação de plantas daninhas nesse sistema, foi a alta mobilização do solo na operação de semeadura da soja, que proporcionou condições favoráveis a emergência dessas, concordando com os relatos de Lorenzi (1984), Almeida (1988), Ortolani et al. (1991) e Oliveira et al. (2001).

Apesar das maiores infestações de plantas daninhas no plantio direto e no preparo reduzido, estes sistemas não apresentaram as menores produtividade de grãos, discordando da verificação de Durigan et al. (1993), de correlação negativa entre a produtividade da soja e matéria seca de plantas daninhas. Evidentemente que esta correlação existe, mas o que se destacou na presente pesquisa, foi a eficiência dos herbicidas pós-emergentes da cultura e das plantas daninhas, que mantiveram estas, abaixo do nível de dano econômico.

Quadro 32: Massa de matéria seca (kg.ha^{-1}) da parte aérea e número de plantas daninhas à cultura da soja (safra 2000/01), avaliada aos 30, 47, 69, 91 e 120 dias depois da semeadura, nos diferentes sistemas de manejo do solo e da cobertura de entressafra.

Plantas daninhas na cultura da soja	Massa da matéria seca da parte aérea (kg.ha^{-1})					Número de plantas (plantas.m^{-2})			
	----------Dias depois da semeadura----------								
	30	47	69	91	120	47	69	91	120
Manejo do solo (MS)									
Plantio direto	254a	350	431 a	156 a	71 a	80,7	51,7b	11,4 a	4,2 a
Preparo reduzido	130b	264	320ab	74ab	17ab	150,7	107,9a	6,2 ab	1,9ab
Preparo convencional	132b	167	160 b	10 b	4 b	61,1	38,1b	3,1 b	0,5 b
Manejo da cobertura (MC)									
Rolo faca	171	239	278	101	24ab	107,9	54,1	6,5	1,1
Triturador de palha	171	235	265	32	17ab	87,6	64,1	4,6	2,4
Herbicida	193	319	412	100	75 a	100,7	89,4	10,7	3,7
Pousio	153	249	259	87	7 b	93,7	55,9	5,7	1,7
Média	171	260	304	80	31	97,4	65,8	6,9	2,2
CV %	68,9	101,8	79,3	126,6	195,8	113,1	82,4	96,7	117,2

6.4.4 Velocidade de emergência da soja

A ocorrência de chuva imediatamente após a semeadura da soja na safra 2000/01, fez com que o índice de velocidade de emergência da soja dessa safra fosse maior que o obtido na safra 1999/00 (Quadro 22), desconsiderando nesse comentário o efeito da diferença entre os cultivares. Os resultados dessas duas safras estão de acordo com o relato de Câmara (1998), de que a velocidade de germinação da soja é rápida desde que a semente encontre condições ambientais favoráveis. A incerteza da ocorrência ou não de precipitação pluviométrica ou queda na temperatura ambiente ou outros fatores, justificam o tratamento de sementes com fungicidas, que segundo Henning (1998), oferecem garantia adicional a baixo custo.

Apesar de algumas diferenças observadas no Quadro 33, pode-se considerar a velocidade de emergência, como não influenciada pelos sistemas de manejo do solo e da cobertura e a uniformidade entre as linhas de semeadura . Numericamente, o preparo reduzido apresentou maior valor médio de velocidade de emergência comparado ao preparo

convencional, concordando com os resultados da safra anterior de soja, no entanto, aquela com diferenças estatísticas (Quadro 22), discordando de Bertol & Fischer (1997), que obtiveram melhor emergência de soja no plantio direto comparado ao preparo com escarificador. O menor índice encontrado no manejo convencional é, possivelmente, em decorrência da maior profundidade de semeadura nesse sistema, devendo-se obter essa variável logo após a semeadura, pois o desenvolvimento da plântula de soja dificulta essa determinação.

Quadro 33: Índice de velocidade de emergência da cultura da soja, safra 2000/01.

	Índice						
	Linha 1	Linha 2	Linha 3	Linha 4	Linha 5	Linha 6	Médio
Manejo do solo (MS)							
Plantio direto	8,0	7,3	7,7ab	8,9 a	7,7	7,4	8,0
Preparo reduzido	7,8	8,0	7,9a	8,5ab	7,4	7,7	8,1
Preparo convencional	7,5	7,7	6,5b	6,9 b	7,3	8,0	7,5
Manejo da cobertura (MC)							
Rolo faca	7,4	7,2	7,2	7,8	7,2	6,6b	7,4
Triturador de palha	7,7	7,2	6,9	7,6	7,3	7,3ab	7,5
Herbicida	7,9	8,0	8,2	8,4	7,8	8,0ab	8,3
Pousio	8,0	8,3	7,2	8,6	7,6	8,9a	8,2
Média	7,8	7,6	7,4	8,1	7,5	7,7	7,9
CV %	18,0	22,4	20,3	21,8	24,9	20,5	14,7

6.4.5 Matéria seca da parte aérea das plantas de soja

A matéria seca da parte aérea da soja não apresentou diferenças entre os sistemas de manejo do solo em nenhuma das avaliações, exceto aos 69 DDS, onde o preparo convencional apresentou a maior média. O mesmo ocorreu entre os sistemas de manejo da cobertura de entressafra, com diferenças apenas aos 47 DDS, quando as plantas de soja no sistema de manejo da cobertura com triturador de palha apresentaram maior massa de matéria seca, comparadas àquelas do sistema de aveia rolada.

Ao considerarmos que, dentre as amostragens, aos 47 DDS seja a época mais indicada (maior coeficiente de correlação, por tratamento, da matéria seca da parte aérea com a produtividade = 0,47), apresentar-se-á as médias por tratamento no Quadro 35.

Quadro 34: Massa de matéria seca da parte aérea (kg.ha^{-1}) da cultura da soja, avaliada aos 30, 47, 69, 91 e 120 dias depois da semeadura, nos diferentes sistemas de manejo do solo e da cobertura de entressafra.

	30 DDS	47 DDS	69 DDS	91 DDS	120 DDS
	----------(kg.ha^{-1})----------				
Manejo do solo (MS)					
Plantio direto	465	2.052	5.468 b	6.630	7.715
Preparo reduzido	477	1.949	5.510 b	6.846	7.328
Preparo convencional	504	1.991	6.554 a	6.960	7.832
Manejo da cobertura (MC)					
Rolo faca	476	1.772 b	5.634	7.012	7.941
Triturador de palha	499	2.251 a	5.752	7.229	7.020
Herbicida	479	1.936 ab	6.336	6.166	7.786
Pousio	473	2.030 ab	5.654	6.841	7.754
Média	482	1.997	5.844	6.812	7.625
CV %	22,39	20,92	17,33	17,69	18,31

O manejo com triturador de palha, tanto no plantio direto quanto no preparo reduzido apresentou, numericamente, maior média de matéria seca da parte aérea aos 47 DDS (Quadro 35). Este sistema de manejo da cobertura, em termos numéricos, também apresentou as maiores quantidades de praticamente todos os nutrientes na parte aérea da planta de soja (Quadro 36) e maior produtividade da cultura (Quadro 38).

Quadro 35: Massa de matéria seca da parte aérea (kg.ha^{-1}), na cultura da soja safra 2000/01, avaliada aos 47 DDS, nos diferentes sistemas de manejo do solo e da cobertura de entressafra.

Manejo da	Manejo do solo		
Cobertura do solo	Plantio direto	Preparo reduzido	Preparo convencional
Rolo faca	2.015	1.627	1.674
Triturador de palha	2.456	2.354	1.943
Herbicida	1.781	2.082	1.943
Pousio	1.956	1.733	2.402

CV % 20,92

Na Figura 20 verifica-se que no sistema de preparo convencional, mesmo somando-se a matéria seca das plantas de soja, das plantas daninhas e da cobertura

morta, o solo encontra-se com baixa quantidade de cobertura até os 30 DDS (736 kg.ha^{-1}). Nos resultados de produtividade da cultura da soja (Quadro 38), verifica-se maior média no sistema plantio direto, constatando-se, portanto, a baixa influência da matocompetição. Sendo assim, as aplicações dos herbicidas latifolicida (24 DDS) e graminicida (34 DDS), foram eficientes.

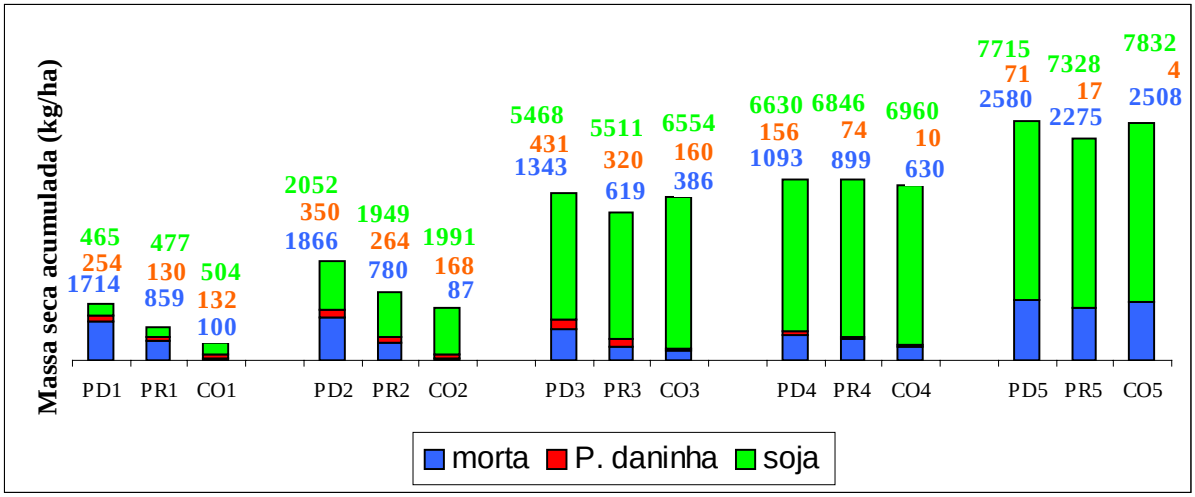

FIGURA 20: Massa seca acumulada da cobertura do solo por resíduos (morta), por plantas daninhas (P. daninha) e pela cultura da soja (soja), em função do sistema de preparo (Plantio direto – PD, Preparo reduzido – PR e Preparo convencional – CO) e da época de amostragem (1 – 30DDS, 2 – 47DDS, 3 - 69DDS, 4 – 91DDS e 5 – 120DDS).

6.4.6 Nutrição das plantas de soja

As plantas de soja aos 60 DDS, início do estádio reprodutivo (R1-2), não apresentaram diferença significativa, quanto a macro e micronutrientes na parte aérea das plantas. Numericamente, comparando os dois sistemas extremos, plantio direto e preparo convencional, observou-se que este último apresentou os maiores níveis de N, Ca, Mg, S e Cu e os menores níveis de P, K, B, Mg e Zn; conferindo todos estes, baixa correlação com a produtividade de grãos e os níveis de P, Ca, Mn e K baixa correlação com os níveis desses nutrientes no solo. O sistema de manejo aveia triturada apresenta uma “tendência” em apresentar maiores quantidades de nutrientes na parte aérea. Com o passar dos anos, cada sistema tende a apresentar suas peculiaridades, seja nos aspectos físicos, químicos ou

biológicos do solo e outros, e essa interação de fatores, influenciam as culturas implantadas em tais áreas. Portanto, a escolha do manejo da cobertura a ser empregado em sistemas de manejo conservacionistas, deve levar em consideração as respostas a médio e longo prazo.

Quadro 36: Quantidades de macronutrientes ($kg.ha^{-1}$) e de micronutrientes ($g.ha^{-1}$) na parte aérea das plantas de soja, aos 60 DDS, nos diferentes sistemas de manejo do solo e da cobertura de entressafra.

	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	----------(kg.ha^{-1})----------						----------(g.ha^{-1})----------				
(MS)											
PD	159	14,3	141	61	28	11,1	199	57	1006	278	187
PR	164	14,1	135	62	29	11,2	190	53	1228	270	181
CO	170	14,0	135	67	32	12,0	190	59	1168	255	163
(MC)											
RL	152	13,0	130	59	27	10,6	180	50	1045	244	165
TP	177	15,4	146	71	33	12,6	216	63	1234	276	192
HE	162	14,1	136	63	29	11,4	192	67	1026	280	183
PO	167	14,1	137	61	30	11,2	184	61	1232	269	166
Média	164	14,1	137	64	30	11,4	193	57	1134	267	177
CV %	22,7	23,9	25,6	22,9	22,3	23,6	23,7	25,7	36,8	23,0	22,2

6.4.7 Estande da cultura

O estande inicial de plantas não apresentou diferenças entre os sistemas de manejo do solo e da cobertura de entressafra, discordando com Bertol & Fischer (1997). O aumento do número de plantas do estande inicial para o final, principalmente, no plantio convencional, indica que nem todas as plântulas de soja haviam emergido nessa avaliação. Como observado no Quadro 33, numericamente este sistema apresentou menor índice de velocidade de emergência. Dessa forma, no estande inicial, fica subentendido que o preparo convencional apresentou de fato, maior resultado que os expostos no Quadro 37.

As médias gerais, em torno de 16,5 $plantas.m^{-1}$, estão de acordo com os resultados de Esteves (2000).

Quadro 37: Estande inicial e na colheita da cultura da soja (final), safra 2000/01, nos diferentes sistemas de manejo do solo e da cobertura de entressafra.

	Estande inicial (plantas.10m^{-1})	Estande final (plantas.10m^{-1})	Estande inicial (plantas.ha^{-1})	Estande final (plantas.ha^{-1})
Manejo do solo (MS)				
Plantio direto	166	158b	369.676	350.501b
Preparo reduzido	167	167a	371.586	370.769a
Preparo convencional	166	172a	369.560	381.687a
Manejo da cobertura (MC)				
Rolo faca	169	167a	376.235	370.747a
Triturador de palha	170	157b	377.855	348.774b
Herbicida	161	169a	358.642	375.926a
Pousio	166	169a	368.364	375.163a
Média	166	165	370.273	367.653
CV %	4,9	5,1	4,9	5,1

6.4.8 Altura de inserção da primeira vagem, componentes de produção e produtividade da cultura

A altura de inserção da primeira vagem e o número de grãos por vagem não apresentaram diferença entre os sistemas de manejo do solo e da cobertura de entressafra (Quadro 38). O sistema plantio direto apresentou maior número de vagens por plantas, produtividade de grãos da cultura da soja e massa de 100 grãos, comparado ao preparo convencional, diferenciando-se inclusive do preparo reduzido nessa última variável.

Comparando estes resultados com os obtidos por Esteves (2000), verificou-se uma concordância dos dados de estande e da produtividade e da massa de 100 grãos da cultura. No entanto, Esteves (2000) obteve maior número de vagens por 10 plantas (364 vagens) e menor número de grãos por 100 vagens (160 grãos), percebendo-se que existe uma compensação da cultura a essas variáveis, devido a fatores genéticos ou ambientais ou ainda por uma combinação desses.

Através do valor médio, constatou-se uma diminuição da produtividade de grãos da cultura do primeiro (Quadro 24) para o segundo ano de cultivo da soja, discordando dos resultados de Calegari (1999), mas de acordo com o relato de Derpsch (1986), que destaca a importância da rotação de cultura na soja, como prática imprescindível.

Entre outros fatores responsáveis pela diminuição da produtividade, esse autor citou o acumulo de substâncias tóxicas e a diminuição da disponibilidade de nutrientes.

O plantio direto apresentou a maior produtividade de grãos, diferenciando-se estatisticamente do preparo convencional, encontrando-se o preparo reduzido numa posição intermediária. Quanto ao manejo da cobertura, numericamente, o sistema de aveia triturada, apresentou o maior valor.

Quadro 38: Altura de inserção da primeira vagem, número de grãos por vagem e de vagens por planta, massa de 100 grãos e produtividade de grãos da cultura da soja, safra 2000/01, cultivar FT-2000, nos diferentes sistemas de manejo do solo e da cobertura de entressafra.

	Soja da safra 2000/01, cultivar FT-2000.				
	Altura 1ª vagem (cm)	Vagens por 10 plantas *	Grãos por 100 vagens	Massa 100 Grãos** (g)	Produtividade de grãos** ($kg.ha^{-1}$)
Manejo do solo (MS)					
Plantio direto	11,7	210 a	195	16,9 a	2.306 a
Preparo reduzido	11,1	203ab	193	15,5 b	2.163ab
Preparo convencional	11,9	189 b	200	15,0 b	2.072 b
Manejo da cobertura (MC)					
Rolo faca	10,8	190 b	194	16,0	2.123
Triturador de palha	11,8	219 a	192	15,8	2.256
Herbicida	12,5	199ab	193	15,7	2.186
Pousio	11,1	195ab	194	15,6	2.156
Média	11,5	201	193	15,8	2.180
CV %	16,29	12,9	5,18	6,12	9,21

* Estimado a partir do número de sementes por vagens, peso de 100 sementes, estande final e produtividade de grãos da cultura da soja; **Médias por tratamento apresentadas nos Quadros 39 e 40.

Quadro 39: Massa de 100 grãos de soja (g), da safra 2000/01, cultivar FT-2000, nos diferentes sistemas de manejo do solo e da cobertura de entressafra.

Manejo da Cobertura do solo	Manejo do solo		
	Plantio direto	Preparo reduzido	Preparo convencional
Rolo faca	16,56 A b	15,59 Aab	15,94 A a
Triturador de palha	15,01 B c	16,20 A a	15,49 ABab
Herbicida	18,04 A a	14,28 B c	14,10 B c
Pousio	16,87 A b	14,77 Bbc	14,53 Bbc

CV % 6,12 DMS (MS) = 0,82 DMS (MC) = 1,05

Os resultados de produtividade de grãos da cultura da soja (Quadro 38 e 40) foram abaixo da média para o Estado de São Paulo, de 2.730 kg.ha^{-1}, segundo FNP (1999) e dos resultados obtidos por Derpsch et al. (1985), com soja após aveia preta, Santos et al. (1995), Gazzoni (1998), Athayde et al. (1998), Wobeto et al. (1998), Santos (2000), Fontaneli et al. (2000), Kluthcouski et al. (2000) e Shapiro et al. (2001); e foram semelhantes à média nacional FNP (1999), à média de produtividade da soja após 10 coberturas obtida por Derpsch et al. (1985), à média com cultura livre de matocompetição, obtida por Grazziero et al. (1998), à soja após aveia não pastejada, obtida por Calegari (1999), à soja após milheto, obtida por Esteves (2000), e aos resultados obtidos por Barizon (2001); e foram acima dos resultados obtidos por Oliveira et al. (1997), soja em reforma de canavial e por Gazziero et al. (1998), cultura com matocompetição.

Quadro 40: Produtividade de grãos da cultura da soja (kg.ha^{-1}), safra 2000/01, cultivar FT-2000, nos diferentes sistemas de manejo do solo e da cobertura de entressafra.

Manejo da Cobertura do solo	Manejo do solo		
	Plantio direto	Preparo reduzido	Preparo convencional
Rolo faca	2.262 A b	2.012 B b	2.096 AB a
Triturador de palha	2.504 A a	2.196 Bab	2.068 B a
Herbicida	2.176 AB b	2.286 A a	2.095 B a
Pousio	2.283 A b	2.160 AB ab	2.026 B a
CV % 9,19	DMS (MS) = 173,94	DMS (MC) = 221,47	

6.4.9 Perda na colheita pela altura de corte

O número de vagens não colhidas e altura de corte na colheita da soja, no geral, não apresentaram diferença estatística entre os sistemas de manejo do solo e da cobertura de entressafra (Quadro 41). Os elevados coeficientes de variação (CV %) indicaram a insuficiência da amostragem realizada. Numericamente, observando-se os valores médios, o preparo reduzido e o pousio apresentaram menor número de vagens não colhidas, entre os sistemas de manejo do solo e da cobertura de entressafra, respectivamente; quanto à altura de corte, o preparo convencional apresentou valor médio 1 cm acima dos demais sistemas, estando todos acima da altura de 10cm, mencionada por Embrapa (s.d.).

Quadro 41: Número de vagens não colhidas e altura de corte na colheita da soja, safra 2000/01, nos diferentes sistemas de manejo do solo e da cobertura de entressafra.

	Número de vagens.10 m^{-1}				Altura de corte (cm)			
	Linha2	Linha4	Linha6	Médio	Linha2	Linha4	Linha6	Médio
Manejo do solo (MS)								
Plantio direto	179	157	112	149	13,6	14,0	13,5	13,7
Preparo reduzido	160	109	86	119	14,6	13,6	13,6	13,9
Preparo convencional	173	118	129	140	15,0	13,5	16,0	14,8
Manejo da cobertura (MC)								
Rolo faca	181	135	132	149	14,9ab	14,7	14,7	14,7
Triturador de palha	168	128	112	136	14,0ab	13,3	13,5	13,6
Herbicida	218	135	113	155	16,6a	14,3	15,7	15,5
Pousio	117	114	80	104	12,3b	12,6	13,6	12,8
Média	171	128	109	136	14,4	13,7	14,4	14,1
CV %	69,3	75,8	89,6	63,9	25,6	25,3	23,6	22,2

A variação na altura de corte na colheita entre as linhas da cultura (Figura 21), revelam maior uniformidade na altura de corte no plantio direto, resultados confirmados pelo desvio médio, que é um indicativo da variabilidade dos dados (Figura 22). As peculiaridades do plantio direto, superfície mais consolidada e com menor rugosidade, possibilitaria, em relação aos demais sistemas, melhor desempenho na operação da colheita, mediante o treinamento dos operadores. No entanto, constatou-se que em todos os sistemas a altura de corte foi acima da altura de inserção da primeira vagem de soja.

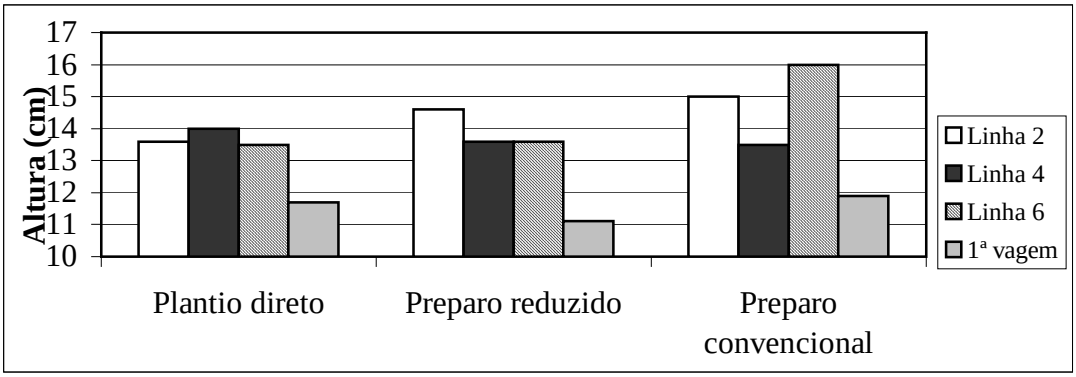

FIGURA 21: Variação na altura de corte na colheita, nas linhas de semeadura 2, 4 e 6 e altura de inserção da 1ª vagem de soja, em função do sistema de manejo do solo.

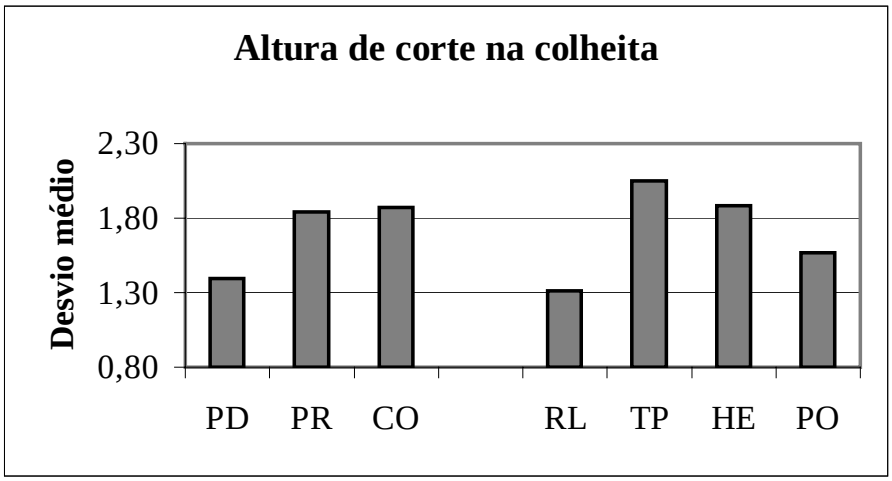

FIGURA 22: Variabilidade dos dados (desvio médio) de altura de corte na colheita, nas linhas de semeadura 2, 4 e 6 de soja, em função do sistema de manejo do solo e da cobertura de entressafra.

As perdas de grãos de soja na colheita pela altura de corte, apresentadas no Quadro 42, encontraram-se acima do nível de tolerância apresentado por Mesquita et al. (2001) e da média de 6,9 $kg.ha^{-1}$, obtida por Pinheiro Neto (1999), estando mais próximas dos 108 $kg.ha^{-1}$, correspondentes as perdas totais na plataforma de corte obtidas por esse autor. Assim, como o número de vagens não colhidas, esta variável apresentou menores valores médios, para o preparo reduzido e o pousio.

Essas perdas, correspondem a 4,6%, 3,5% e 4,3% da produção de grãos, respectivamente para o plantio direto, preparo reduzido e preparo convencional, abaixo das perdas previstas por Potafos (s.d.).

Quadro 42: Perda de grãos de soja na colheita pela altura de corte ($kg.ha^{-1}$), na safra 2000/01, cultivar FT-2000, nos diferentes sistemas de manejo do solo e da cobertura de entressafra.

Manejo da cobertura (MC)	Manejo do solo (MS)			
	Plantio direto	Preparo reduzido	Preparo convencional	Médias
Rolo faca	138	93	76	103
Triturador de palha	115	72	81	90
Herbicida	87	93	120	100
Pousio	86	47	80	71
Médias	107	76	89	91
CV % 68,0				

6.5 Fertilidade da área

A fertilidade da área foi determinada no mês de agosto de 1999 e de 2000, quando as parcelas encontravam-se, respectivamente, com a cultura do triticale e da aveia preta ou pousio. O Quadro 43 apresenta, por manejo do solo e da cobertura de entressafra, os resultados médios do pH e da matéria orgânica do solo nestas duas avaliações. Numericamente constatou-se a diminuição do pH da primeira avaliação (1999) para a segunda avaliação, nas duas camadas de solo. No geral, segundo critérios de Boletim (1997), passando do patamar "médio" para o patamar de índice "baixo". Na camada de 0 a 7cm observou-se maiores valores de pH no manejo plantio direto, apresentando diferença significativa na segunda avaliação, concordando com Hernani (2000), Silveira et al. (2000) e Barizon (2001). O inverso foi observado na camada de 8 a 20cm de profundidade, onde o plantio direto apresentou juntamente com o preparo reduzido os menores valores, comparado ao preparo convencional, concordando com Costa (2000) e Mello (2001). No entanto, na segunda avaliação não se constatou diferença do pH entre os sistemas de manejo do solo. Estes resultados mostram que o decréscimo do pH foi maior no preparo convencional, indicando que quanto maior a mobilização do solo, maior a dependência do sistema à calagem, concordando com os resultados de Benez (1980) e com Caires et al. (1998).

Os resultados de produtividade de grãos da soja, nas safras 1999/00 e 2000/01 (Quadros 24 e 40) e de pH do solo (Quadro 43), de certo modo concordam com o comentário de Souza et al. (1993) de que para a obtenção de uma produtividade de grãos de soja em torno de 3.000 $kg.ha^{-1}$, faz-se necessário que o índice de pH esteja na faixa de 5,6 a 6,0. Portanto, a afirmação de Vitti e Luz (1998) de que a calagem é a primeira prática a ser adotada no manejo químico do solo está de acordo com estes resultados. Na primeira amostragem (1999), o pH no solo em pousio de entressafra apresentou valor médio significativamente maior que o pH no solo com manejo da cobertura de entressafra com herbicida, possivelmente pela maior acidificação de solo devido à utilização de fertilizantes nitrogenados nas culturas de cobertura dos anos anteriores (75 e 100 $kg.ha^{-1}$ de uréia agrícola, respectivamente em cobertura nas culturas de entressafra de 1997 e 1998, de acordo com Levien (1999) e Furlani (2000)).

A matéria orgânica apresentou valor médio de 37,1 $g.dm^{-3}$, acima dos

31,4 g.dm^{-3}, valor obtido por Furlani (2000) após a colheita do feijão na safra 1998/99 e dos 26,0 g.dm^{-3}, obtidos por Levien (1999) durante a safra de milho de 1997/98. Esse valor de matéria orgânica superior na safra 1999 pode ser decorrente da decomposição dos resíduos dos dois anos de aveia preta nas entressafras 1996 e 1997 e milho nas safras 1996/97 e 1997/98, culturas estas que iniciaram o sistema apresentando produção de resíduos com alta relação C/N, repercutindo no teor de matéria orgânica desta entressafra de 1999.

Assim como o pH, a matéria orgânica apresentou diminuição nos valores médios da primeira avaliação (1999) para a segunda, podendo ser reflexo dos dois anos de cultivo de leguminosas nas safras 1998/99 (feijão) e 1999/00 (soja), diminuindo o estoque de C orgânico no solo, concordando com Amado et al. (2001). Na segunda avaliação (2000) encontrou-se diferença significativa, apresentando os sistemas de preparo com mobilização do solo, menores níveis de matéria orgânica comparados ao plantio direto, estando de acordo com Olness et al. (1989), Fernandes et al. (1999), Corazza et al. (1999) e Dalal & Chan (2001). Na camada de 8 a 20cm o plantio direto apresentou menor nível de matéria orgânica que os demais sistemas. Estes, na primeira avaliação, apresentaram distribuição homogênea de matéria orgânica em todo o perfil de solo estudado (de 0 a 20cm). Todavia, percebeu-se uma grande diminuição dos teores de matéria orgânica de 8 a 20cm nos sistemas de preparo reduzido e convencional da primeira para a segunda avaliação, resultados também em conformidade com os autores anteriormente citados.

Quadro 43: Potencial de hidrogênio (pH) e matéria orgânica no solo em agosto de 1999 e de 2000.

	pH ($CaCl_2$)				Matéria orgânica (g.dm^{-3})			
	0-7cm		8-20cm		0-7cm		8-20cm	
(MS)	1999	2000	1999	2000	1999	2000	1999	2000
Plantio direto	5,5	5,2a	5,1 b	4,9	38,9	31,4a	29,7 b	27,4
Preparo reduzido	5,2	5,0b	5,3 b	4,9	37,1	27,9b	39,8 a	26,2
Preparo convencional	5,3	5,0b	5,5 a	4,9	35,2	27,3b	36,4 a	26,8
(MC)								
Rolo faca	5,3ab	5,1	5,3	5,0	36,7	29,8	34,9ab	27,3
Triturador de palha	5,4ab	5,0	5,2	4,8	34,9	28,4	33,7ab	27,2
Herbicida	5,2 b	5,0	5,3	4,8	40,8	29,0	32,8 b	27,0
Pousio	5,5 a	5,2	5,4	5,0	36,0	28,2	39,7 a	25,7
Média	5,3	5,1	5,3	4,9	37,1	28,8	35,27	26,8
CV %	5,61	5,1	3,51	5,1	21,43	6,4	17,36	5,7

No Quadro 44 são apresentados os níveis de fósforo e acidez ativa ($H+Al^{3+}$). O plantio direto apresentou, na camada de 0 a 7cm maior teor de fósforo nas duas avaliações, diferenciando-se apenas do convencional em 1999 e, também, do preparo reduzido em 2000, concordando com Sá (1993) e Tokura et al. (2001). Ao contrário das variáveis anteriores, o nível de fósforo aumentou de um ano para outro no plantio direto, nessa camada de solo superior. Independente do sistema de manejo, houve um pequeno aumento do nível de fósforo no solo na camada de 8 a 20cm de profundidade. Os sistemas de manejo da cobertura de entressafra não influenciaram os níveis de fósforo no solo. No entanto, numericamente observou-se maiores valores no solo sob pousio de inverno, na camada de 0 a 7cm, uma vez que este sistema também recebeu adubação fosfatada nas entressafras de 1997, 1998, 1999 e 2000 e não se implantou nenhuma cultura nestas entressafras.

A acidez ativa ($H + Al^{3+}$) na camada de 0–7cm foi menor no plantio direto, diferenciando-se estatisticamente do preparo reduzido em 1999. Na camada inferior do solo, houve um aumento dos valores médios nos sistemas plantio direto e reduzido de 1999 para 2000, menos evidente no sistema convencional. Inversamente aos resultados de pH do solo, houve uma tendência de menores valores de acidez ativa no sistema de manejo de pousio de entressafra, cabendo aqui os mesmos comentários.

Quadro 44: Níveis de fósforo (P) e acidez ativa ($H + Al^{3+}$) no solo em agosto de 1999 e de 2000.

	P_{resina} ($mg.dm^{-3}$)				$H + Al^{3+}$ ($mmolc.dm^{-3}$)			
	0-7cm		8-20cm		0-7cm		8-20cm	
	1999	2000	1999	2000	1999	2000	1999	2000
Manejo do solo (MS)								
Plantio direto	74,1 a	81,9a	47,8	48,5	29,6 b	33,6	34,9	38,7
Preparo reduzido	55,9ab	53,3b	40,8	45,7	35,0 a	36,3	32,6	37,1
Preparo convencional	41,4 b	37,8b	25,6	39,8	33,6ab	36,4	33,5	34,9
Manejo da cobertura (MC)								
Rolo faca	51,6	58,5	33,5	49,4	33,6	34,5	32,4ab	36,4
Triturador de palha	57,9	59,0	32,4	51,3	32,6	37,3	35,3ab	39,2
Herbicida	55,6	47,8	51,8	39,4	35,4	37,3	36,2 a	37,3
Pousio	63,4	65,4	34,5	38,5	29,3	32,8	30,9 b	34,8
Média	57,1	57,7	38,0	44,7	32,7	35,5	33,7	36,9
CV %	64,54	35,4	74,13	47,1	18,54	17,0	13,32	17,3

O Quadro 44 apresenta os níveis de potássio (K), cálcio (Ca) e magnésio (Mg) do solo. Nas duas avaliações (1999 e 2000), o plantio direto e o preparo reduzido apresentaram na camada de 0 a 7cm, níveis de potássio acima do preparo convencional. Na camada de 8 a 20cm, o plantio direto apresentou os menores valores, diferenciando-se do preparo reduzido no primeiro ano. O pousio de entressafra apresentou os maiores níveis de potássio no solo, diferenciando-se do manejo aveia rolada, na camada inferior de amostragem, no segundo ano de amostragem. Lembrando que nessa entressafra de 2000, houve a adubação das parcelas em pousio, fator que justificou essa diferença.

Pela baixa mobilidade do cálcio no solo, este apresentou-se com maiores níveis no plantio direto na camada de 0 a 7cm de profundidade, sendo estes resultados já esperados (Silveira et al., 2000). O magnésio seguiu a mesma tendência. As maiores médias dos níveis de cálcio no segundo ano de amostragem, podem estar relacionadas com a reatividade tardia das partículas do calcário de granulometria mais grosseira, uma vez que não houve calagem do solo nesse intervalo. Na camada de 8 a 20cm, o preparo convencional do solo apresentou o maior nível de cálcio na primeira amostragem (1999), resultado este não verificado em 2000.

Quadro 45: Níveis de K, Ca e Mg no solo em agosto de 1999 e de 2000 nas camadas 1 (0-7cm) e 2 (8-20cm).

	K ($mmolc.dm^{-3}$)				Ca ($mmolc.dm^{-3}$)				Mg ($mmolc.dm^{-3}$)			
	0-7cm		8-20cm		0-7cm		8-20cm		0-7cm		8-20cm	
	1999	2000	1999	2000	1999	2000	1999	2000	1999	2000	1999	2000
(MS)												
PD	5,8a	4,1a	3,0b	2,6	42a	46a	28b	32	23a	21a	17	14
PR	5,8a	4,6a	4,4a	3,0	35b	38b	27b	34	18b	16b	14	14
CO	3,6b	2,9b	3,9ab	2,8	31b	34b	38a	33	16b	15b	18	15
(MC)												
RL	5,0	4,0	3,4	2,3b	34	41	29	34	19	19	15	15
TP	4,5	3,5	3,6	2,8ab	37	37	29	34	18	16	16	15
HE	5,2	3,6	3,8	2,7ab	33	37	33	31	17	17	19	14
PO	5,6	4,3	4,2	3,4a	40	42	33	33	22	19	17	14
Média	5,1	3,8	3,7	2,9	36	39,3	31,1	33,1	19	17,5	17	14,3
CV %	31,9	21,9	35,7	31,1	22,2	20,6	27,8	23,3	26,0	25,4	36,2	23,7

A capacidade de troca de cátions (CTC) na camada de 0-7cm, do ano 1999 para 2000, praticamente não sofreu alteração. O sistema plantio direto apresentou maior valor médio, seguido pelo preparo reduzido e este, pelo convencional (Quadro 46). Esta mesma tendência nos resultados também foi percebida anteriormente com a matéria orgânica do solo. Na camada de 8 a 20cm, o preparo convencional apresentou em 1999 maior CTC do solo. No entanto, nesse sistema, numericamente, houve um decréscimo na CTC de um ano para outro, percebendo-se maior proximidade das médias em 2000. A saturação por bases seguiu praticamente a mesma tendência, estando de acordo com os resultados obtidos por Mello (2001).

Quadro 46: Capacidade de troca de cátions (CTC) e saturação por bases (V%) no solo em setembro de 1999 e de 2000.

	CTC ($mmolc.dm^{-3}$)				V %			
	0-7cm		8-20cm		0-7cm		8-20cm	
	1999	2000	1999	2000	1999	2000	1999	2000
Manejo do solo (MS)								
Plantio direto	101 a	105 a	84ab	87	70 a	67 a	57 b	54
Preparo reduzido	93ab	95 b	79 b	90	62 b	62ab	58ab	58
Preparo convencional	85 b	88 b	93 a	86	60 b	58 b	64 a	59
Manejo da cobertura (MC)								
Rolo faca	91	98	80	90	63	65	59	57
Triturador de palha	92	93	85	91	63	59	58	57
Herbicida	91	95	92	85	61	60	59	56
Pousio	96	98	84	86	68	66	63	59
Média	93	96	85	87	64	62	60	57
CV %	10,7	9,0	14,4	10,3	11,6	12,1	12,4	17,1

6.6 Determinações relacionadas às operações agrícolas

6.6.1 Entressafra 2000 (aveia preta e pousio)

6.6.1.1 Preparo convencional do solo

Os valores obtidos do diâmetro médio geométrico (DMG) após o preparo secundário, assim como as demais variáveis, não apresentaram diferenças entre as condições de cobertura do solo (Quadro 47). Dallmeyer (1994) obteve valores de DMG após a aração de 26,48 mm, próximos dos obtidos nessa pesquisa; mesmo que, naquela ocasião, o teor de água encontrava-se acima e a velocidade de deslocamento abaixo. O DMG após o preparo secundário foi abaixo dos 11,23 obtidos por Dallmeyer (1994). No trabalho realizado por Levien (1999), também em solo muito argiloso, os teores de água nas camadas de 0 a 10 e de 10 a 25cm foram de 262 e de 298 $g.kg^{-1}$, respectivamente. Nessa condição o autor obteve, após a aração, DMG de 15,5 mm, bem abaixo da média de 27,3 mm mostrada no Quadro 47. No entanto, após o preparo secundário com duas gradagens, os valores nas duas pesquisas foram muito próximos. Portanto, desde que haja maiores teores de água no solo para se realizar o preparo secundário (média de 283 $g.kg^{-1}$ nesta pesquisa, próximo do ponto de friabilidade em solos argilosos, Levien, 1999), o destorroamento ocorrerá, atingindo valores de DMG próximos de 9 mm.

Considerando que o consumo de combustível por área trabalhada, obtido por Levien (1999), foi de 24,04 $L.ha^{-1}$, acima dos valores encontrados nos Quadros 47 e 53 e que a força de tração específica (Quadro 53) foi semelhante nas duas pesquisas, conclui-se que o preparo periódico primário com arado de discos pode ser realizado com teores de água ao redor de 200 $g.kg^{-1}$ (baixo teor para solo argiloso), condição que, provavelmente, gera menor compactação abaixo da camada de solo mobilizada.

Quadro 47: Variáveis medidas e/ou calculadas, nas operações de preparo do solo através de um arado de quatro discos e de uma grade niveladora-destorroadora, para implantação da cultura da aveia preta, nos tratamentos condições de cobertura estudados.

	Condições de cobertura do solo					CV
Variáveis	RL	TP	HE	PO	Média	%
Aração						
Capacidade de campo teórica (ha.h^{-1})	0,83	0,83	0,81	0,83	0,83	3,96
Velocidade de deslocamento (km.h^{-1})	5,92	5,91	5,82	5,96	5,90	4,14
Largura de trabalho (m)	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	-
Consumo horário de combustível (L.h^{-1})	17,3	18,8	15,9	17,9	17,5	15,4
Consumo operacional combustível (L.ha^{-1})	20,8	22,7	19,5	21,4	20,1	13,1
DMG dos agregados após preparo (mm)	32,3	29,7	18,7	28,3	27,3	26,3
Módulo de finura dos agregados	5,75	5,53	4,86	5,74	5,40	8,1
Teor de água no solo de 0 a 10cm (g.kg^{-1})	203	203	194	192	198	3,0
Teor de água no solo de 10 a 20cm (g.kg^{-1})	220	259	201	201	213	5,5
Teor de água no solo de 20 a 30cm (g.kg^{-1})	228	242	236	223	232	3,8
1ª gradagem						
Capacidade de campo teórica (ha. h^{-1})	1,83	1,82	1,89	2,04	1,89	17,1
Velocidade de deslocamento (km.h^{-1})	5,91	5,86	6,09	6,59	6,11	17,1
Largura de trabalho (m)	3,10	3,10	3,10	3,10	3,10	-
Consumo horário de combustível (L.h^{-1})	19,84	18,20	19,90	23,50	20,36	25,5
Consumo operacional combustível (L ha^{-1})	10,65	10,15	10,57	11,41	10,69	14,4
2ª gradagem						
Capacidade de campo teórica (ha.h^{-1})	1,74	1,87	1,66	1,99	1,81	11,0
Velocidade de deslocamento (km.h^{-1})	5,61	6,03	5,34	6,40	5,78	13,8
Largura de trabalho (m)	3,10	3,10	3,10	3,10	3,10	-
Consumo horário de combustível (L.h^{-1})	17,4	18,7	14,9	18,6	17,45	19,2
Consumo operacional combustível (L.ha^{-1})	9,98	9,98	9,55	9,48	9,74	15,1
DMG dos agregados após preparo (mm)	9,4	9,6	8,8	9,3	9,3	16,1
Módulo de finura dos agregados	3,77	3,80	3,68	3,76	3,75	6,3
Teor de água no solo de 0 a 10cm (g.kg^{-1})	285	290	279	277	283	5,5

6.6.1.2 Preparo reduzido do solo

O Quadro 48 apresenta as variáveis obtidas na operação de preparo reduzido do solo, as quais não apresentaram diferenças estatísticas entre as condições de cobertura. A velocidade de deslocamento nesta operação de preparo, média de 4,67 km.h^{-1}, foi acima da obtida posteriormente, na implantação da cultura da soja, com o mesmo equipamento de preparo do solo (Quadro 55, média de 2,69 km.h^{-1}). Esta operação realizada na menor

velocidade de deslocamento resultou em menor consumo de combustível horário, média de 13,69 $L.h^{-1}$ contra 18,50 $L.h^{-1}$, obtidos na maior velocidade de deslocamento. No entanto, o consumo de combustível por área trabalhada foi menor nesta ocasião, além das vantagens de maior capacidade de campo, resultando em menor custo da operação de preparo de solo na maior velocidade de deslocamento.

Nessa condição de solo, com baixos teores de água, o DMG dos torrões, apresentou-se com maiores valores do que os obtidos por Dallmeyer (1994) e Levien (1999), constatando-se então, que o escarificador conjugado com rolo destorroador/nivelador causou menor destorroamento nesta operação. Baseado nesses resultados de DMG, pode-se inferir que a conjugação de equipamentos de preparo do solo, no caso, escarificador com rolo destorroador/nivelador, resultaria em atraso na semeadura da cultura, pela necessidade de melhoria nas condições de umidade do solo para a realização dessa operação, fator esse menos importante antes da aração do solo, como discutido anteriormente. No entanto, os maiores valores de DMG e de módulo de finura (MF) não resultaram em problemas de emergência das culturas da aveia preta e da soja, esta apresentando maior valor numérico de velocidade de emergência, justamente, no preparo reduzido (Quadro 33).

Quadro 48: Variáveis medidas e/ou calculadas, na operação de preparo do solo através de um escarificador conjugado com rolo nivelador/destorroador, para implantação da cultura da aveia preta, entressafra 2000, nos tratamentos condições de cobertura solo estudados.

	Condições de cobertura do solo					CV
Variáveis	RL	TP	HE	PO	Média	%
Capacidade de campo teórica ($ha.h^{-1}$)	1,13	1,18	1,13	1,15	1,15	5,3
Velocidade de deslocamento ($km.h^{-1}$)	4,62	4,80	4,60	4,67	4,67	5,4
Profundidade de trabalho (cm)	-	-	-	-	16,0	-
Área de solo mobilizada (cm^2)	-	-	-	-	3920	-
Consumo horário de combustível ($L.h^{-1}$)	18,9	18,4	17,2	19,4	18,5	11,5
Consumo operacional combustível ($L.ha^{-1}$)	16,8	15,6	15,3	16,9	16,1	11,5
DMG dos agregados após preparo (mm)	21,1	21,5	24,9	15,3	20,7	42,6
Módulo de finura dos agregados	4,80	4,74	5,18	4,50	4,81	13,7
Teor de água no solo de 0 a 10cm ($g.kg^{-1}$)	209	201	197	191	199	3,0
Teor de água no solo de 10 a 20cm ($g.kg^{-1}$)	225	243	220	192	220	5,5
Teor de água no solo de 20 a 30cm ($g.kg^{-1}$)	243	258	241	240	245	3,8

6.6.1.3 Semeadura da aveia preta

De acordo com o Quadro 49, os sistemas de manejo do solo não influenciaram a semeadura da aveia preta. Numericamente, o plantio direto apresentou valores favoráveis dessas variáveis, por apresentar-se com superfície de solo firme, o que resulta em menor resistência ao rolamento do rodado do trator (Levien, 1999) e menor patinagem dos mesmos (Furlani, 2000).

A média geral de todas essas variáveis estão de acordo com as obtidas por Furlani (2000), Klein et al. (1993) e Levien (1999), que realizaram esta operação em menor velocidade de deslocamento, obtiveram também menor consumo de combustível horário e por área de trabalho.

Quadro 49: Velocidade de deslocamento (Vd), capacidade de campo teórica (Cct), tempo demandado por área (Td), consumo horário de combustível (CCh) e consumo de combustível por área trabalhada (CCa), na operação de semeadura da aveia preta, entressafra 2000, nos diferentes sistemas de manejo do solo e da cobertura de entressafra.

	Semeadura da aveia preta				
	Vd	Cct	Td	CCh	CCa
	($km.h^{-1}$)	($ha.h^{-1}$)	($h.ha^{-1}$)	($L.h^{-1}$)	($L.ha^{-1}$)
Manejo do solo (MS)					
Plantio direto	5,66	1,69	0,59	14,31	8,43
Preparo reduzido	5,49	1,64	0,61	14,22	8,69
Preparo convencional	5,49	1,64	0,61	15,32	9,30
Manejo da cobertura (MC)					
Rolo faca	5,60	1,68	0,60	15,00	8,93
Triturador de palha	5,52	1,66	0,61	14,15	8,58
Herbicida	5,50	1,65	0,61	14,70	8,90
Média	5,54	1,66	0,60	14,62	8,80
CV %	4,32	4,28	4,69	11,42	11,18

6.6.1.4 Manejo da cobertura de entressafra

Assim como na semeadura da cultura da aveia, o manejo da cobertura de entressafra praticamente não foi influenciado pelos sistemas de manejo do solo. A

velocidade de deslocamento, média pouco superior na operação de rolagem da aveia preta, foi obtida devido ao aumento da rotação do motor (de 1700 rpm nas demais operações de manejo para 1900 rpm). Esse aumento da velocidade de deslocamento foi realizado para melhorar a atuação do equipamento (Casão Júnior et al., 1989), uma vez que nesta pesquisa não se optou pela utilização de dois rolos conjugados, possível para este modelo de equipamento, objetivando minimizar a compactação do solo. O consumo horário de combustível do trator parado e com motor trabalhando a 1700 e 1900 rpm, foi de 4,7 e 5,5 $L.h^{-1}$, respectivamente, constatando-se um diferencial de consumo (trator em operação de manejo menos trator parado) maior na operação com triturador de palhas, seguida pela operação com rolo-faca e esta, pela pulverização. Por esses resultados, percebeu-se o superdimensionamento do trator para esses equipamentos, devendo esses resultados serem recebidos com certa ressalva.

O consumo de combustível por área trabalhada ($L.ha^{-1}$) com o rolo-faca e o triturador de palhas foram menores que os obtidos por Marques (1999), Pontes (1999) e Levien (1999), semelhantes aos resultados de Boller et al. (1992) e acima dos de Boller et al. (1993), para o triturador de palhas. Quanto ao consumo específico ($L.t^{-1}$) a operação de rolagem da aveia preta apresentou menor média, comparada à trituração da mesma, concordando com Levien (1999), este porém com médias de consumo de combustível acima dos atuais. Melhores resultados, no manejo da aveia preta com triturador de palhas tratorizado, foram obtidos por Boller et al. (1992), com média de 1,43 $L.t^{-1}$ e, também, por Boller et al. (1993), com média de 0,582 $L.t^{-1}$.

A largura da faixa de trabalho do pulverizador tratorizado (12 metros) confere à esta operação menores consumo de combustível e tempo demandado por área trabalhada. E esses fatores influenciam os custos operacionais, tornando esse manejo o menos oneroso, apesar do custo com o herbicida dessecante (Quadro 73).

Quadro 50: Variáveis medidas e/ou calculadas, nas operações de manejo da cobertura de entressafra através de rolo faca, triturador de palha tratorizado e pulverizador tratorizado, nos diferentes sistemas de preparo do solo estudados.

	Sistemas de preparo do solo				CV
Variáveis	PD	PR	CO	Média	%
Rolo faca					
Velocidade de deslocamento (km. h^{-1})	4,85	4,84	4,84	4,85	0,9
Capacidade de campo teórica (ha. h^{-1})	0,97	0,97	0,97	0,97	1,13
Capacidade de rolagem (t. h^{-1})	3,96	4,04	4,15	4,05	19,5
Consumo horário de combustível (L. h^{-1})	7,07	6,31	8,30	7,23	24,7
Consumo operacional combustível (L. ha^{-1})	7,28	6,50	8,58	7,45	24,7
Consumo combustível, em função da massa seca rolada (L. t^{-1})	1,79	1,63	2,19	1,87	44,8
Triturador de palha					
Velocidade de deslocamento (km. h^{-1})	4,40	4,53	4,37	4,43	3,4
Capacidade de campo teórica (ha. h^{-1})	1,01	1,04	1,00	1,02	3,3
Capacidade de trituração (t. h^{-1})	3,88	4,64	4,59	4,37	15,4
Altura de corte (cm)	11,7b	14,6ab	12,7ab	12,9	10,8
Desvio médio dos valores de altura de corte (cm)	1,7b	3,7a	4,5a	3,3	21,4
Consumo horário de combustível (L. h^{-1})	7,99	9,66	8,61	8,75	14,8
Consumo operacional combustível (L. ha^{-1})	7,91	9,27	8,59	8,59	14,3
Consumo combustível, em função da massa seca triturada (L. t^{-1})	2,10	2,16	1,96	2,07	28,3
Pulverizador					
Velocidade de deslocamento (km. h^{-1})	4,51	4,48	4,39	4,46	2,5
Capacidade de campo teórica (ha. h^{-1})	5,42	4,37	5,26	5,35	2,4
Consumo horário de combustível (L. h-)	5,54	4,89	5,14	5,18	10,2
Consumo operacional combustível (L. ha^{-1})	0,97	0,91	0,97	0,95	8,4

6.6.1.5 Tempo total demandado e consumo total de combustível em função da área trabalhada

Nos Quadros 51 e 52, constam, respectivamente, os somatórios do tempo demandado (h.ha^{-1}) e do consumo de combustível por área trabalhada (L.ha^{-1}) nas operações de preparo do solo, semeadura da aveia preta e manejo da cobertura de entressafra. O plantio direto apresentou as menores médias dessas duas variáveis, seguido pelo preparo reduzido e pelo convencional. Este apresentou consumo de combustível 4,83 e 1,93 vezes maior ao consumo no plantio direto e preparo reduzido, respectivamente, concordando com

Salvador (1992), Levien (1999) e Marques (2000).

O menor tempo demandado por área trabalhada implica em redução das horas trabalhadas por ano e conseqüentemente, aumento da vida útil das máquinas (Derpsch et al., 1991) e no caso das operações que antecedem a semeadura, diminuem ou eliminam os atrasos nessa operação (Schultz, 1978). Baseado nessas considerações evidenciou-se a vantagem do sistema plantio direto, sobre o preparo reduzido e deste, sobre o convencional. A não introdução de uma cultura de entressafra (pousio) foi o manejo que requereu menor tempo demandado e consumo de combustível por área trabalhada, seguido pelo manejo de aveia dessecada (herbicida) e este, pelos manejos, de aveia rolada (rolo-faca) e de aveia triturada (triturador de palhas). Como observado no Quadro 32, o manejo de pousio invernal não proporcionou maiores quantidade e massa de plantas daninhas na cultura subseqüente da soja. No entanto, este foi apenas o segundo ano em que se permitiu o desenvolvimento da vegetação espontânea nesses tratamentos, não podendo ser, baseado apenas nestas safras, recomendado como manejo de entressafra contínuo, frente aos comentários de Skora Neto (1998), de aumento da densidade de sementes e plantas daninhas na área, e de Scaléa (1997), de perenização de algumas espécies.

Quadro 51: Somatório do tempo demandado ($h.ha^{-1}$) nas operações de preparo do solo, semeadura da aveia preta e manejo da cobertura, nos diferentes sistemas de manejo do solo e da cobertura de entressafra.

Manejo da cobertura do solo (MC)	Manejo do solo (MS)			
	Plantio direto	Preparo reduzido	Preparo convencional	Médias de MC
Rolo faca	1,61	2,52	3,98	2,70a
Triturador de palha	1,60	2,42	3,93	2,65a
Herbicida	0,79	1,69	3,16	1,88b
Pousio	0,18	1,06	2,40	1,21c
Médias de MS	1,05C	1,92B	3,37A	2,11

CV % = 2,11 DMS (MS) = 0,084 DMS (MC) = 0,107

Quadro 52: Consumo total de combustível (L.ha^{-1}) nas operações de preparo do solo, semeadura da aveia preta e manejo da cobertura, nos diferentes sistemas de manejo do solo e da cobertura de entressafra.

Manejo da cobertura do solo (MC)	Manejo do solo (MS)			
	Plantio direto	Preparo reduzido	Preparo convencional	Médias de MC
Rolo faca	15,69	32,80	58,50	35,68a
Triturador de palha	17,45	33,36	60,04	36,95a
Herbicida	9,47	25,03	48,59	27,69b
Pousio	0,97	17,78	43,21	20,66c
Médias de MS	10,89C	27,24B	52,58A	30,24

CV % = 8,44 DMS (MS) = 2,21 DMS (MC) = 2,82

6.6.2 Safra 2000/01 (cultura da soja)

6.6.2.1 Preparo convencional do solo

Os dados obtidos com o arado de discos, no preparo periódico primário, encontram-se no Quadro 53. A profundidade média de trabalho (25,5 cm) não foi influenciada pelas condições de cobertura estudadas, mostrando que a regulagem utilizada no equipamento foi eficiente em mantê-la, independente das condições de cobertura do solo, resultados também encontrados por Boller (1996), Siqueira (1999) e Levien (1999). A capacidade de campo teórica do conjunto trator-arado, foi maior no solo sob pousio de entressafra (PO), com baixa cobertura como pode ser observado nos Quadros 27, 28 e 29, comparado à condição de cobertura de aveia triturada (TP).

As variáveis de força encontraram-se sob a influência das condições de cobertura do solo, onde o arado em condição de aveia manejada por rolo-faca (RL) apresentou os menores esforços, comparada à aração em solo com “aveia em pé” (HE). Os resultados de teores de água no solo não apresentaram diferenças significativa entre os manejos da cobertura, não mostrando assim relação com estes resultados. A presença de “aveia em pé” no HE, pode ter dificultado o trabalho dos discos, que segundo McCreery & Nichols (1956) consiste em penetrar o solo, rompê-lo, invertê-lo e esborroá-lo, promovendo o seu deslocamento lateral, resultando em maior esforço e demanda energética para a realização

do preparo do solo. A força específica na barra de tração de 5,67 $N.cm^{-2}$, apresentou-se pouco acima dos 5,02 $N.cm^{-2}$ obtidos por Levien (1999), pouco abaixo dos 6,48 e dos 6,91 $N.cm^{-2}$ obtidos respectivamente por Furlani (1997) e Siqueira (1999) e bem abaixo dos 7,85 e 9,38 $N.cm^{-2}$ obtidos por Salvador (1992) e Gabriel Filho (1999), respectivamente. A potência específica operacional ($W.cm^{-2}$) apresentou esta mesma tendência, uma vez que a velocidade de deslocamento nestas pesquisas, apresentaram valores semelhantes.

O diâmetro médio geométrico dos torrões ou agregados (DMG) apresentou média de 16,18 mm, acima dos valores obtidos por Salvador (1992) de 10,2 mm e dos 13,93 mm obtidos por Furlani (1997); semelhante aos 15,5 e 16,62 mm obtidos por Levien (1999) e por Gabriel Filho (1999), respectivamente; e pouco abaixo dos 18,90 mm obtidos por Siqueira (1999) nesta operação de preparo do solo. Este último autor obteve DMG após aração em solo com cobertura de aveia preta triturada, média de 26,26 mm, concordando com o valor obtido no preparo do solo da entressafra de 2000, média de 27,3 mm. Esta variável, em todas as pesquisas tem apresentado elevado coeficiente de variação (de 25 a 55%), o que prejudica a diferenciação estatística e a correta interpretação dos resultados. A metodologia proposta para a obtenção desta variável (Gamero & Benez, 1990) possibilita a obtenção de uma amostra “fiel” da camada de solo mobilizada e um processo de peneiramento que pouco influencia na desagregação dos torrões. No entanto, tal obtenção das amostras no campo, consiste num processo de difícil execução e tendo em vista a necessidade de se aumentar o número das amostras por parcela experimental, com a finalidade de diminuição do coeficiente de variação, sugere-se o aperfeiçoamento no processo de amostragem, com desenvolvimento de equipamentos amostradores tratorizados, possivelmente de acionamento hidráulico.

O Quadro 54 apresenta as variáveis medidas e/ou calculadas, nas operações de preparo secundário através de uma grade de discos. As condições de cobertura do solo não influenciaram estas operações de preparo, discordando dos resultados obtidos por Levien (1999). Este autor relata que o maior requerimento de força de tração nas parcelas sem cobertura (PO) pode ser explicado pela maior resistência ao fracionamento dos torrões nessas parcelas, pela ausência de raízes das culturas de inverno. A ocorrência de cerca de 140 mm de precipitação pluviométrica entre o preparo periódico primário e o secundário (Quadro 3) e o teor de água na ocasião das gradagens desta pesquisa, de 260 e 275 $g.kg^{-1}$ nas camadas de 0 a 10cm e de 10 a 20cm, respectivamente (Quadro 30), serviram para anular ou diminuir o

possível efeito benéfico das raízes, na diminuição da resistência à fragmentação dos torrões, comentada por aquele autor. A capacidade de campo teórica (1,76 $ha.h^{-1}$) apresentou-se acima dos valores obtidos por Salvador (1992), Gamero et al. (1996) e Levien (1999), que utilizaram equipamentos com menor largura de trabalho. Este parâmetro, influenciou também a força de tração média, 15,43 e 14,5 kN, na primeira e na segunda gradagem, respectivamente, acima dos valores obtidos por estes autores, incluindo Marques (1999).

Quadro 53 Variáveis medidas e/ou calculadas, na operação de preparo do solo através de um arado de quatro discos, para implantação da cultura da soja, safra 2000/01, nos tratamentos condições de cobertura estudados.

	Condições de cobertura do solo					CV
Variáveis	RL	TP	HE	PO	Média	%
Capacidade de campo teórica ($ha.h^{-1}$)	0,58AB	0,57B	0,59AB	0,60A	0,59	1,50
Velocidade de deslocamento ($km.h^{-1}$)	4,02	3,99	4,05	4,11	4,03	1,36
Profundidade de trabalho (cm)	25,50	26,00	25,00	26,00	25,50	6,83
Largura de trabalho (m)	1,45	1,45	1,45	1,45	1,45	-
Volume de solo mobilizado ($m^3.ha^{-1}$)	2573	2621	2492	2588	2568	6,79
Força média na barra de tração (kN)	18,5B	21,5AB	23,2A	21,0AB	21,1	9,69
Força tração, função área solo mobilizada ($N.cm^{-2}$)	4,97B	5,67AB	6,41A	5,62AB	5,67	10,44
Força tração específica ($N.m^{-1}$ larg. cm^{-1} de prof.)	497B	567AB	641A	562AB	567	10,44
Força máxima na barra de tração (kN)	29,4	32,84	32,0	30,4	31,1	7,85
Potência média na barra de tração (kW)	20,7B	23,8AB	26,1A	24,0AB	23,6	9,50
Potência específica operacional ($W.cm^{-2}$)	5,55B	6,29AB	7,21A	6,41AB	6,36	10,54
Uso de energia, função área trabalhada ($kWh.ha^{-1}$)	35,5B	41,1AB	44,4A	40,3AB	40,3	9,69
Consumo horário de combustível ($L.h^{-1}$)	10,7B	11,9A	12,3A	11,6AB	11,6	4,92
Consumo operacional combustível ($L.ha^{-1}$)	18,3B	20,6A	21,0A	19,5AB	19,85	4,89
DMG dos agregados após preparo (mm)	21,62	12,00	15,70	15,39	16,18	29,00
Módulo de finura dos agregados	4,79	4,12	4,50	4,47	4,47	10,98
Empolamento do solo (%)	27,7	29,7	32,7	38,4	32,1	43,5
Índice de rugosidade antes da aração (cm)	1,30	1,48	1,46	1,68	1,48	23,89
Índice de rugosidade após a aração (cm)	2,19	2,60	2,40	2,10	2,37	31,70
Índice de rugosidade do perfil inferior da camada mobilizada	1,56	1,48	2,20	1,24	1,62	53,47

O requerimento de força de tração apresentou-se de acordo com a publicação Preparo (1985); dentro da faixa de força por metro de largura de trabalho estimada por Cobo (1988) para as grades de dupla ação excêntricas; e dentro do intervalo de dados da ASAE (1996c), no entanto, 30% abaixo do valor esperado em solo argiloso dessa publicação. Estes resultados mostraram a melhor adequação das estimativas de força de tração nas primeiras publicações, comparadas àquela prevista para as condições solo norte-americanas.

A grade niveladora-destorroadora, nesta pesquisa (36 discos de 508 mm) apresentou largura de corte de 3,10 metros, acima dos dados de Levien (1999), Marques (1999) e Furlani (2000), que consistia em uma grade de 32 discos de 508 mm com largura de corte em torno de 2,30 metros. Marques (1999) com maior velocidade de deslocamento nessa operação, obteve valores próximos aos atuais de capacidade de campo (1,90 $ha.h^{-1}$) e consumo horário de combustível (18,7 $L.h^{-1}$) e Levien (1999), também com a grade menor, trabalhando à 5,87 $km.h^{-1}$, obteve valores abaixo desses. Nas três pesquisas o consumo de combustível por área trabalhada foi semelhante. A força para tracionar essa grade foi 2,1 vezes maior que a de 16 discos e a potência na barra de tração, nessa operação, foi 1,5 e 2,0 vezes maior que as obtidas por Marques (1999) e Levien (1999), respectivamente.

Quadro 54 Variáveis medidas e/ou calculadas, na operação de preparo periódico secundário do solo através de uma grade de discos (primeira e segunda gradagens após a aração), para implantação da cultura da soja, safra 2000/01, nos tratamentos condições de cobertura do solo estudados.

	Condições de cobertura do solo					CV
Variáveis	RL	TP	HE	PO	Média	%
1ª gradagem						
Capacidade de campo teórica ($ha.h^{-1}$)	1,73	1,78	1,76	1,76	1,76	5,31
Velocidade de deslocamento ($km.h^{-1}$)	5,57	5,73	5,69	5,69	5,67	5,35
Força média na barra de tração (kN)	15,7	14,94	15,17	15,89	15,43	3,3
Potência média na barra (kW)	24,3	23,8	24,0	25,1	24,3	3,88
Uso de energia, em função da área trabalhada ($kWh.ha^{-1}$)	14,1	13,4	13,6	14,2	13,8	3,31
Consumo horário de combustível ($L.h^{-1}$)	17,3	17,7	17,6	17,8	17,6	9,94
Consumo de combustível, em função da área trabalhada ($L.ha^{-1}$)	10,04	9,99	9,96	10,08	10,01	8,86
2ª gradagem						
Capacidade de campo teórica ($ha.h^{-1}$)	2,00	1,95	2,00	2,03	1,99	3,84
Velocidade de deslocamento ($km.h^{-1}$)	6,46	6,30	6,46	6,55	6,45	3,73
Força média na barra de tração (kN)	14,6	14,47	14,3	14,8	14,5	2,72
Potência média na barra (kW)	26,2	25,3	25,6	26,9	26,0	3,70
DMG dos agregados após 2ª gradagem (mm)	8,14	8,75	8,12	8,81	8,46	18,2
Módulo de finura dos agregados	3,57	3,69	3,57	3,68	3,62	6,42
Uso de energia, em função da área trabalhada ($kWh.ha^{-1}$)	13,1	13,0	12,8	13,0	13,0	3,43
Consumo horário de combustível ($L.h^{-1}$)	16,4	15,5	16,1	15,3	15,8	10,5
Consumo de combustível, em função da área trabalhada ($L.ha^{-1}$)	8,19	7,98	8,02	7,54	7,92	10,2

6.6.2.2 Preparo reduzido do solo

No Quadro 55 constam os dados obtidos e/ou calculados durante a operação de preparo do solo com escarificador conjugado com rolo destorroador-nivelador. Verificou-se que as condições de cobertura estudadas não afetaram significativamente as variáveis analisadas, com exceção do empolamento do solo, também observado por Levien (1999). As variáveis força de tração média (36,92 kN), potência média na barra de tração (27,8 kW), uso de energia em função da área trabalhada (41,85 $kWh.ha^{-1}$) e consumo operacional de combustível (20,91 $L.ha^{-1}$) estão de acordo com os resultados obtidos por Silva (1997), Marques et al. (1999) e Levien (1999) e também acima dos resultados de Salvador et al. (1993), Serpa & Magalhães (1997) e Secco & Reinert (1997).

O baixo teor de água no preparo do solo, de 199 e 211 $g.kg^{-1}$, nas camadas de 0 a 10cm e 10 a 20cm, respectivamente, contribuíram para os altos valores de força de tração em função da área de solo mobilizada (média de 9,77 $N.cm^{-2}$) e de força de tração específica (média de 399 $N.haste^{-1}$ cm de profundidade^{-1}), acima dos valores obtidos por Marques et al. (1999a) e Levien (1999). A média de 9,77 $N.cm^{-2}$, encontra-se bem acima dos 5,67 $N.cm^{-2}$, obtida na operação de preparo de solo com o arado de discos, estando de acordo com os resultados de Levien (1999). Essa diferença pode ter ocorrido pela possível menor resistência do solo no preparo convencional e/ou pela melhor atuação dos órgãos ativos do arado (discos) em comparação aos órgãos ativos do escarificador (hastes) e/ou pelo esforço adicional requerido pelos discos de corte de resíduos na parte frontal e dos rolos destorroadores-niveladores, atuando na parte posterior do equipamento. Salvador (1992) utilizando escarificador não conjugado com rolo destorroador-nivelador, obteve 6,77 $N.cm^{-2}$, valor este inferior aos que obteve com o arado de discos.

Quadro 55 Variáveis medidas e/ou calculadas, na operação de preparo do solo através de um escarificador conjugado com rolo nivelador/destorroador, para implantação da cultura da soja, safra 2000/01, nos tratamentos condições de cobertura do solo estudados.

Variáveis	Condições de cobertura do solo					CV
	RL	TP	HE	PO	Média	%
Capacidade de campo teórica ($ha.h^{-1}$)	0,65	0,65	0,66	0,68	0,66	6,08
Velocidade de deslocamento ($km.h^{-1}$)	2,63	2,65	2,69	2,79	2,69	5,86
Profundidade de trabalho (cm)	16,53	14,87	14,81	16,10	15,58	8,78
Área de solo mobilizada (cm^2)	4050	3644	3629	3944	3817	8,78
Volume de solo mobilizado ($m^3.ha^{-1}$)	1653	1487	1481	1610	1557	8,79
Força média na barra de tração (kN)	39,17	34,84	38,35	35,34	36,92	20,77
Força de tração, função da área mobilizada ($N.cm^{-2}$)	9,71	9,54	10,73	9,09	9,77	24,69
Força de tração específica (N. $haste^{-1}$cm profundid.$^{-1}$)	397	390	438	371	399	24,68
Força de tração máxima na barra de tração (kN)	52,41	47,39	50,64	47,31	49,44	16,99
Potência média na barra de tração (kW)	28,6	25,6	28,5	27,7	27,8	21,23
Potência específica operacional ($W.cm^{-2}$)	7,09	7,01	7,97	7,12	7,29	24,58
Uso energia, função da área trabalhada (kW h. ha^{-1})	44,39	39,48	43,47	40,06	41,85	20,77
Consumo horário de combustível ($L.h^{-1}$)	14,36	13,09	14,18	13,12	13,69	10,06
Consumo operacional combustível ($L.ha^{-1}$)	22,29	20,27	21,65	19,42	20,91	15,13
DMG dos agregados após preparo (mm)	21,06	21,54	24,86	15,35	20,71	42,63
Módulo de finura dos agregados	4,80	4,74	5,18	4,50	4,81	13,73
Empolamento do solo (%)	18,9B	35,6A	24,6AB	22,6AB	25,4	17,5
Índice de rugosidade antes da escarificação (cm)	2,21	1,92	2,30	2,37	2,20	21,01
Índice de rugosidade após a escarificação (cm)	3,39	2,75	2,75	2,65	2,86	19,99
Índice de rugosidade do perfil inferior da camada mobilizada	4,11	4,92	5,26	4,85	4,79	25,55

6.6.2.3 Semeadura da soja

A maior força de tração na semeadura da soja foi constatada no plantio direto (Quadro 56), não havendo diferença entre os sistemas de preparo reduzido e convencional, discordando dos resultados de Levien (1999) e de Furlani (2000), que obtiveram maior força de tração (8,54 e 13,46 kN, respectivamente) na semeadura em solo escarificado. Os maiores resultados de força de tração nesta pesquisa, comparados com os obtidos por Furlani (2000), podem ser devido às diferenças na resistência do solo à penetração e, principalmente, devido à diferenças nas profundidades de penetração da haste (cerca de 13 cm no presente ensaio). Apesar do maior afundamento dos rodados da semeadora em solo escarificado e convencional (Levien, 1999 e Oliveira et al., 2000), fator este que aumenta a resistência ao rolamento do rodado da máquina, a resistência do solo à haste sulcadora a 13 cm

de profundidade no plantio direto resultou em maior média neste sistema. Estes resultados encontram-se também acima dos 17,19 kN obtidos por Silva (2000) na semeadura de soja (8 unidades semeadoras dotadas com mecanismo sulcador do tipo haste). Levien et al. (1999) não encontraram diferenças de força de tração na semeadura em solo recém preparado convencionalmente ou com escarificador ou a dois anos em plantio direto.

Nos sistemas de manejo da cobertura de entressafra, a semeadura da soja apresentou maior força média de tração no sistema aveia rolada (rolo faca), diferenciando-se dos sistemas aveia dessecada (herbicida) e pousio de entressafra. A interação dos sistemas de manejo (MS x MC) mostrou que no preparo reduzido a força média de tração da semeadora foi maior nos sistemas aveia rolada e aveia triturada; no preparo convencional foi maior apenas no sistema aveia rolada e, no plantio direto, não foi constatada diferença estatística entre os tratamentos.

Quadro 56: Força média de tração (kN), exigida pela semeadora-adubadora, na implantação da cultura da soja, safra 2000/01, nos diferentes sistemas de manejo do solo e da cobertura de entressafra.

Manejo da cobertura do solo (MC)	Manejo do solo (MS)			
	Plantio direto	Preparo reduzido	Preparo convencional	Médias de MC
Rolo faca	22,79	22,12	22,41	22,44 a
Triturador de palha	22,89	22,03	18,51	21,14ab
Herbicida	23,14	17,54	18,51	19,61 b
Pousio	23,07	19,52	17,53	20,04 b
Médias de MS	22,97A	20,30B	19,53B	20,81

CV % 10,39 DMS (MS) = 1,88 DMS (MC) = 2,38

Os resultados de força de tração específica (kN por linha de semeadura) acompanharam os resultados de força média de tração, dispensando a apresentação dos mesmos. A média de 3,47 kN por linha, encontra-se acima dos resultados obtidos por Levien (1999), Marques et al. (1999b), Marques (1999) e Boller et al. (1992) que utilizaram semeadoras dotadas com mecanismos distribuidores de adubo do tipo disco duplo concêntrico; acima da faixa de requerimento de tração apresentada por American Society of Agricultural Engineering (1996); acima dos resultados de Furlani (2000), Silva (2000) e Siqueira et al. (2001) que também utilizaram semeadoras dotadas com hastes sulcadoras;

semelhantes aos resultados de Levien et al. (1999) que obteve valores entre 3,24 a 3,64 kN por linha; e abaixo dos resultados de Casão Júnior et al. (1998) que obtiveram valores entre 3,94 e 4,30 kN por linha em dois solos com texturas argilosas.

A porcentagem de cobertura do solo após a semeadura (Quadro 31) revelou a grande incorporação de resíduos nesta operação, resultado da alta mobilização do solo, apesar do teor de água em torno de 260 $g.kg^{-1}$. Esta, por sua vez, ocorreu pela aderência do solo nas hastes sulcadoras, concordando com o comentário de Araújo et al. (2001). Este solo aderido às hastes pode ter contribuído para o aumento da força para tracionar as mesmas.

Quadro 57: Força de tração específica (kN por linha de semeadura), da semeadora-adubadora, na implantação da cultura da soja, safra 2000/01, nos diferentes sistemas de manejo do solo e da cobertura de entressafra.

Manejo da cobertura do solo (MC)	Manejo do solo (MS)			
	Plantio direto	Preparo reduzido	Preparo convencional	Médias de MC
Rolo faca	3,80	3,68	3,73	3,74 a
Triturador de palha	3,82	3,67	3,08	3,52ab
Herbicida	3,86	2,92	3,02	3,34 b
Pousio	3,84	3,25	2,92	3,27 b
Médias de MS	3,83A	3,38B	3,19B	3,47

CV % 2,92 DMS (MS) = 0,0035 DMS (MC) = 0,0044

A força máxima na barra de tração foi menor no preparo convencional (Quadro 58). Não houve diferença estatística entre o plantio direto e o preparo reduzido. Na comparação entre a força média e a força máxima, verificou-se que esta foi 12% maior que a força média, nos sistemas de plantio direto e convencional e 22% acima, no sistema de preparo reduzido, concordando com os resultados de Silva (2000), que obteve valores desta variável entre 20 a 29% superiores aos valores da força de tração média e de Levien et al. (1999), que obtiveram em média, picos de força 20% acima dos valores médios. Esta variação pode ser explicada pela maior ocorrência de embuchamento e pelos maiores diâmetros médios geométricos (DMG) dos torrões de solo no sistema de preparo reduzido. O arranjamento desses torrões grandes de solo, possivelmente resultou em blocos alternados com lacunas, o que proporcionou os picos de força de tração na barra, alternados com áreas de baixo requerimento de força.

Quadro 58: Força máxima na barra de tração (kN) exigida pela semeadora-adubadora, na implantação da cultura da soja, safra 2000/01, nos diferentes sistemas de manejo do solo e da cobertura de entressafra.

Manejo da cobertura do solo (MC)	Manejo do solo (MS)			
	Plantio direto	Preparo reduzido	Preparo convencional	Médias de MC
Rolo faca	25,39	26,30	25,26	25,65 a
Triturador de palha	25,81	25,79	21,27	24,29ab
Herbicida	26,10	21,63	21,19	22,98 b
Pousio	26,69	25,34	20,20	23,74ab
Médias de MS	25,76A	24,77A	21,98B	24,17

CV % 9,21 DMS (MS) = 1,93 DMS (MC) = 2,46

A capacidade de campo teórica na operação de semeadura foi influenciada pelos sistemas de manejo do solo, apresentando maior média no plantio direto, que foi diferente do convencional (Quadro 59). Esta variável tem relação inversa com o custo operacional. Portanto, qualquer tentativa de aumento da capacidade de campo contribui para a diminuição daquele. Sendo assim se verifica a importância do aumento da velocidade operacional, desde que não prejudique a operação de semeadura, concordando com Silveira (1989) e Santos et al. (2001). Também, o aumento do número de linhas de semeadura torna-se desejável, desde que considerada a fonte de potência (trator) e a interação dessa com as demais operações agrícolas e o tamanho da propriedade.

Quadro 59: Capacidade de campo teórica ($ha.h^{-1}$), da semeadora-adubadora, na implantação da cultura da soja, safra 2000/01, nos diferentes sistemas de manejo do solo e da cobertura de entressafra.

Manejo da cobertura do solo (MC)	Manejo do solo (MS)			
	Plantio direto	Preparo reduzido	Preparo convencional	Médias de MC
Rolo faca	1,405	1,327	1,337	1,357
Triturador de palha	1,405	1,320	1,370	1,365
Herbicida	1,390	1,390	1,410	1,397
Pousio	1,415	1,385	1,410	1,400
Médias de MS	1,404 A	1,356 B	1,379AB	1,379

CV % 2,92 DMS (MS) = 0,0035 DMS (MC) = 0,0044

A patinagem das rodas motrizes traseiras, direita e esquerda, do trator, são apresentadas nos Quadros 60 e 61, respectivamente. Nas duas rodas os resultados obtidos

destacam que a área experimental apresentava baixa inclinação, pois resultados com maior diferença na patinagem das rodas (inferior e superior no declive) foram verificados por Marques et al. (1999) na operação de escarificação. De maneira geral, o preparo reduzido apresentou maior resultado, concordando com Furlani (2000) e Levien et al. (1999). No Quadro 60, a menor média por manejo de solo foi obtida no preparo convencional e no Quadro 61 (roda motriz traseira esquerda), no plantio direto. Apesar do plantio direto apresentar maior força média de tração (Quadro 58), a superfície firme do solo neste sistema, lhe garantiu menor patinagem, ao lado do preparo convencional que apresentou menor força média de tração. Já a interação ocorrida no preparo reduzido, ou seja, solo preparado e grande força média de tração resultaram nesses maiores valores de patinagem do rodado.

Quanto ao manejo da cobertura de entressafra, os resultados da patinagem apresentaram diferenças nos valores médios apenas na roda motriz traseira direita (Quadro 60). No entanto, analisando esses resultados dentro de cada manejo de solo, constatou-se que no plantio direto os sistemas de manejo da cobertura não influenciaram na patinagem, concordando com Furlani (2000) e Levien et al. (1999); no preparo convencional e reduzido, no geral, os sistemas com manejo mecânico da cobertura proporcionaram maior patinagem do rodado.

Quadro 60: Patinagem da roda motriz direita traseira do trator (%), na operação de semeadura da cultura da soja, safra 2000/01, nos diferentes sistemas de manejo do solo e da cobertura de entressafra.

Manejo da cobertura do solo (MC)	Manejo do solo (MS)			
	Plantio direto	Preparo reduzido	Preparo convencional	Médias de MC
Rolo faca	11,99	15,72	13,23	13,65 a
Triturador de palha	11,88	15,38	12,10	13,12ab
Herbicida	12,22	10,52	9,84	10,86 b
Pousio	11,08	13,35	10,18	11,54ab
Médias de MS	11,79AB	13,35 A	11,34 B	12,29

CV % 19,74 DMS (MS) = 2,11 DMS (MC) = 2,68

Quadro 61: Patinagem da roda motriz esquerda traseira do trator (%), na operação de semeadura da cultura da soja, safra 2000/01, nos diferentes sistemas de manejo do solo e da cobertura de entressafra.

Manejo da cobertura do solo (MC)	Manejo do solo (MS)			
	Plantio direto	Preparo reduzido	Preparo convencional	Médias de MC
Rolo faca	11,31	15,27	13,57	13,38
Triturador de palha	11,08	15,83	12,44	13,12
Herbicida	11,65	10,74	9,95	10,78
Pousio	10,86	12,78	10,07	11,24
Médias de MS	11,22 B	13,66 A	11,51AB	12,13

CV % 22,85 DMS (MS) =2,41 MS (MC) = 3,06

A patinagem da roda transportadora/acionadora dos mecanismos de deposição de adubo e sementes, apresentou valores negativos, resultados estes esperados por não se tratar de uma fonte motora (Quadro 62). Analisando os resultados em módulo, constatou-se que o plantio direto apresentou a maior média, diferenciando-se do preparo convencional e do preparo reduzido. O afundamento do rodado da semeadora nesses dois últimos sistemas minimizou o "arrastamento" do mesmo. Pode-se considerar que a superfície firme no plantio direto, com presença de cobertura morta, seja mais propícia à patinagem negativa do rodado da semeadora, devendo ser fator considerado nos cálculos de sementes e adubação das culturas. As médias obtidas na semeadura em solo previamente mobilizado, estão de acordo com os resultados obtidos por Mantovani et al. (1992), com intervalo de – 3,5 a - 8,8% de patinagem.

Quadro 62: Patinagem da roda transportadora/acionadora dos mecanismos de deposição de adubo e sementes (%), na operação de semeadura da cultura da soja, safra 2000/01, nos diferentes sistemas de manejo do solo e da cobertura de entressafra.

Manejo da cobertura do solo (MC)	Manejo do solo (MS)			
	Plantio direto	Preparo reduzido	Preparo convencional	Médias de MC
Rolo faca	-10,86	-5,51	-11,15	-9,17
Triturador de palha	-10,71	-9,62	-5,57	-8,64
Herbicida	-10,45	-6,66	-7,75	-8,29
Pousio	-11,41	-6,12	-7,36	-8,30
Médias de MS	-10,86A	-6,98B	-7,96B	8,59

CV % 35,35 DMS (MS) =2,64 MS (MC) = 3,36

O Quadro 63 apresenta a potência média na barra de tração na operação de semeadura da soja. Por se tratar de uma variável proporcional à força de tração e à capacidade de campo, constatou-se maior potência requerida no plantio direto, não havendo diferença entre o preparo convencional e o reduzido. A média desses resultados apresentou-se acima das obtidas por Levien et al. (1999), Furlani (2000) e Siqueira et al. (2001) com semeadoras e hastes similares e em mesmo tipo de solo. Assim como as variáveis anteriores, os sistemas de manejo da cobertura apresentaram efeitos diferentes dentro de cada sistema de manejo do solo, não havendo diferença dentro do plantio direto. Na média dos sistemas de manejo da cobertura, a maior exigência de potência foi obtida na aveia rolada (rolo faca) e o menor na aveia dessecada (herbicida).

Quadro 63: Potência na barra de tração (kW) na operação de semeadura da cultura da soja, safra 2000/01, nos diferentes sistemas de manejo do solo e da cobertura de entressafra.

Manejo da cobertura do solo (MC)	Manejo do solo (MS)			
	Plantio direto	Preparo reduzido	Preparo convencional	Médias de MC
Rolo faca	32,93	30,10	30,82	31,29 a
Triturador de palha	33,06	29,85	26,06	29,66ab
Herbicida	33,07	25,12	26,21	28,13 b
Pousio	33,56	27,76	25,19	28,84ab
Médias de MS	33,16 A	28,21 B	27,07 B	29,48

CV % 22,85 DMS (MS) =2,41 MS (MC) = 3,06

O uso de energia em função da área trabalhada (Quadro 64) refletiu a combinação dos resultados de potência e capacidade de campo teórica. O plantio direto nessa interação, apresentou maior média dos resultados, diferenciando-se dos sistemas de preparo reduzido e convencional, discordando dos resultados de Levien (1999) e Furlani (2000) que obtiveram menor média no plantio direto e, numericamente, concordando com os resultados de Levien et al. (1999).

Entre os tratamentos em plantio direto, o manejo da cobertura de entressafra não influenciou o uso de energia na operação de semeadura da soja, concordando com Marques (1999), Levien (1999) e Levien et al. (1999), porém com média bem acima desses autores, como também dos resultados de Silva (2000) e de Silveira et al. (2001). Os

sistemas de manejo da cobertura, sem fragmentação da mesma, proporcionaram em preparo reduzido, o menor uso de energia por área trabalhada e no preparo convencional, o manejo da aveia com rolo faca apresentou maior média dos resultados.

Quadro 64: Uso de energia em função da área trabalhada ($kWh.ha^{-1}$) na operação de semeadura da cultura da soja, safra 2000/01, nos diferentes sistemas de manejo do solo e da cobertura de entressafra.

Manejo da cobertura do solo (MC)	Manejo do solo (MS)			
	Plantio direto	Preparo reduzido	Preparo convencional	Médias de MC
Rolo faca	23,45	22,75	23,06	23,09 a
Triturador de palha	23,54	22,67	19,04	21,75ab
Herbicida	23,81	18,05	18,67	20,62 b
Pousio	23,73	20,08	18,04	21,18 b
Médias de MS	23,64 A	20,89 B	19,70 B	

CV % 22,85 DMS (MS) =2,41 MS (MC) = 3,06

O consumo horário de combustível (Quadro 65) foi pouco acima dos obtidos por Marques (1999) e Pontes (1999) e concordou, em valores médios, aos resultados obtidos por Levien (1999) e Furlani (2000). Esses últimos autores também constataram maior valor na semeadura em solo escarificado. O manejo da cobertura de entressafra não influenciou nessa variável.

Quadro 65: Consumo horário de combustível ($L.h^{-1}$) na operação de semeadura da cultura da soja, safra 2000/01, nos diferentes sistemas de manejo do solo e da cobertura de entressafra.

Manejo da cobertura do solo (MC)	Manejo do solo (MS)			
	Plantio direto	Preparo reduzido	Preparo convencional	Médias de MC
Rolo faca	12,22	13,27	12,07	12,50
Triturador de palha	12,22	13,28	11,47	12,33
Herbicida	12,34	12,22	11,46	12,16
Pousio	12,30	12,97	11,19	12,01
Médias de MS	12,27AB	12,92A	11,55B	12,25

CV % 9,34 DMS (MS) = 0,99 DMS (MC) = 1,26

O preparo convencional do solo apresentou menor consumo de combustível por área trabalhada na operação de semeadura da soja (Quadro 66),

diferenciando-se do preparo reduzido. Dentro deste, houve diferença entre os sistemas de manejo aveia triturada (maior média) e aveia dessecada (menor média). Furlani (2000), também obteve maior consumo de combustível em solo escarificado, porém com média dos valores pouco abaixo dos atuais. A não obtenção de diferença estatística entre o plantio direto e o preparo convencional, discordam dos resultados de Marques et al. (1999b). No entanto, esses autores utilizaram semeadora equipada com mecanismos de distribuição de adubo tipo disco duplo concêntrico.

Quadro 66: Consumo de combustível em função da área trabalhada ($L.ha^{-1}$), na operação de semeadura da implantação da cultura da soja, safra 2000/01, nos diferentes sistemas de manejo do solo e da cobertura de entressafra.

Manejo da cobertura do solo (MC)	Manejo do solo (MS)			
	Plantio direto	Preparo reduzido	Preparo convencional	Médias de MC
Rolo faca	8,70	9,90	9,03	9,24
Triturador de palha	8,70	10,14	8,38	9,07
Herbicida	8,89	8,79	8,15	8,70
Pousio	8,70	9,40	8,01	8,61
Médias de MS	8,74AB	9,58A	8,39B	8,91

CV % 11,77 DMS (MS) = 0,91 DMS (MC) = 1,16

6.6.2.4 Preparo do solo e semeadura da soja

Os Quadros 67, 68 e 69 apresentam, respectivamente, em função da área trabalhada, os somatórios do tempo demandado ($h.ha^{-1}$), do consumo de combustível ($L.ha^{-1}$)e da energia utilizada ($kWh.ha^{-1}$), das operações de preparo do solo e semeadura da cultura da soja, safra 2000/01. Nestas três variáveis, houve um crescente número nas médias por manejo de solo, significativo estatisticamente, do plantio direto para o preparo reduzido e, deste para o preparo convencional.

Comparando-se apenas os dois sistemas com prévia mobilização do solo, verifica-se que o preparo convencional apresentou maior uso de energia por área trabalhada do que o preparo reduzido. Quanto a essa variável, a operação com o escarificador conjugado com rolo destorroador/nivelador apresentou 41,8 $kWh.ha^{-1}$ (Quadro 55), muito próximo dos 40,3 $kWh.ha^{-1}$ (Quadro 53), obtidos na aração. No entanto, no preparo

convencional, realizou-se ainda mais duas operações de gradagens (Quadro 54), totalizando o uso de energia nesse sistema de 67,7 kWh.ha^{-1}. Esta mesma observação serve , também, para o tempo demandado e o consumo de combustível por área, concordando com a conclusão de Dallmeyer (1994) de que os equipamentos conjugados de preparo do solo são mais eficientes, satisfazendo o conceito de preparo do solo de Gamero et al. (1995), de preservação do solo e eficiência energética e, podendo substituir o preparo convencional, como afirmado por Martucci (1985).

Os somatórios do tempo demandado e do consumo de combustível por área trabalhada não apresentaram diferença quanto ao sistema de manejo da cobertura de entressafra, mostrando que a condição de cobertura do solo anterior a implantação da cultura da soja, praticamente não influenciou a capacidade de campo teórica das operações agrícolas, excetuando a aração (Quadro 53).

O menor uso de energia no sistema plantio direto, mostrou que este sistema melhor se adequou ao conceito de sustentabilidade, proposto por Amado (1999) e ao preceito de minimização do uso de energia, relatado por Dallmeyer (1990).

Quadro 67: Somatório do tempo demandado em função da área trabalhada (h.ha^{-1}), nas operações de preparo do solo e semeadura da cultura da soja, safra 2000/01, nos diferentes sistemas de manejo do solo e da cobertura de entressafra.

Manejo da cobertura do solo (MC)	Manejo do solo (MS)			
	Plantio direto	Preparo reduzido	Preparo convencional	Médias de MC
Rolo faca	0,712	2,252	3,540	2,168
Triturador de palha	0,712	2,257	3,502	2,157
Herbicida	0,720	2,252	3,497	2,157
Pousio	0,707	2,282	3,472	2,154
Médias de MS	0,713C	2,261B	3,503A	2,163

CV % 2,97 DMS (MS) = 0,056 DMS (MC) = 0,071

Quadro 68: Somatório do consumo de combustível em função da área trabalhada (L.ha^{-1}), nas operações de preparo do solo e semeadura da cultura da soja, safra 2000/01, nos diferentes sistemas de manejo do solo e da cobertura de entressafra.

Manejo da cobertura do solo (MC)	Manejo do solo (MS)			
	Plantio direto	Preparo reduzido	Preparo convencional	Médias de MC
Rolo faca	8,70	30,37ab	46,28	28,45
Triturador de palha	8,70	29,13 b	45,35	27,73
Herbicida	8,89	29,81 b	46,25	28,32
Pousio	8,70	32,64 a	46,91	29,42
Médias de MS	8,75C	30,49B	46,20A	28,48

CV % 7,27 DMS (MS) = 1,79 DMS (MC) = 2,29

Quadro 69: Somatória da energia utilizada em função da área trabalhada (kWh.ha^{-1}), nas operações de preparo do solo e semeadura da cultura da soja, safra 2000/01, nos diferentes sistemas de manejo do solo e da cobertura de entressafra.

Manejo da cobertura do solo (MC)	Manejo do solo (MS)			
	Plantio direto	Preparo reduzido	Preparo convencional	Médias de MC
Rolo faca	23,48	68,78a	91,05 a	61,10 a
Triturador de palha	23,54	68,57a	83,32 b	58,48ab
Herbicida	23,81	59,40b	87,15ab	56,79ab
Pousio	23,73	54,22b	85,92ab	54,62 b
Médias de MS	23,64C	62,74B	86,86A	57,45

CV % 10,74 DMS (MS) = 5,02 DMS (MC) = 6,39

6.6.3 Entressafra 2000 (aveia preta e pousio) e safra 2000/01 (cultura da soja)

Os somatórios do tempo demandado (h..ha^{-1}) e do combustível consumido (L.ha^{-1}) em todas as operações agrícolas consideradas nessa pesquisa, estão apresentados nos Quadros 70 e 71, respectivamente. Quanto a essas duas variáveis, houve um aumento significativo nos valores, do sistema plantio direto para o preparo reduzido e deste, para o preparo convencional, de acordo com Derpsch et al. (1991), Levien (1999), Marques (1999) e Furlani (2000). Da mesma forma, entre os sistemas de manejo da cobertura, constatou-se um aumento dos valores, do pousio para o, aveia dessecada e deste, para os sistemas de aveia triturada e aveia rolada, ambos com maiores médias.

Quadro 70: Somatório do tempo demandado (h.ha^{-1}) nas operações de preparo do solo, semeadura da aveia preta e manejo da cobertura e nas operações de preparo do solo e semeadura da cultura da soja, safra 2000/01, nos diferentes sistemas de manejo.

Manejo da cobertura do solo (MC)	Manejo do solo (MS)			
	Plantio direto	Preparo reduzido	Preparo convencional	Médias de MC
Rolo faca	2,33	4,77	7,51	4,87a
Triturador de palha	2,31	4,67	7,43	4,81a
Herbicida	1,51	3,94	6,66	4,04b
Pousio	0,89	3,34	5,87	3,37c
Médias de MS	1,76C	4,18B	6,87A	4,27

CV % 2,92 DMS (MS) = 0,108 DMS (MC) = 0,138

Quadro 71: Somatório do combustível consumido (L.ha^{-1}) nas operações de preparo do solo, semeadura da aveia preta e manejo da cobertura e nas operações de preparo do solo e semeadura da cultura da soja, safra 2000/01, nos diferentes sistemas de manejo.

Manejo da cobertura do solo (MC)	Manejo do solo (MS)			
	Plantio direto	Preparo reduzido	Preparo convencional	Médias de MC
Rolo faca	24,39	63,18	104,79	64,11a
Triturador de palha	26,15	62,50	105,39	64,68a
Herbicida	18,36	54,84	94,85	56,02b
Pousio	9,68	50,42	90,13	50,08c
Médias de MS	19,64A	57,73B	98,79A	58,72

CV % 5,52 DMS (MS) = 2,81 DMS (MC) = 3,59

6.6.4 Custos parciais entre os tratamentos

6.6.4.1 Entressafra 2000 (aveia preta e pousio)

Na comparação entre os dois sistemas que realizaram prévia mobilização do solo, o sistema de preparo convencional do solo, na entressafra de 2000, apresentou maiores custos parciais, em relação ao sistema de preparo reduzido (Quadro 72). Esse resultado mostra que a conjugação de operações de preparo, diminui o custo de implantação das culturas. Analisando apenas a operação de aração, obteve-se custos médios de

51,57 R$.ha^{-1}, também, acima dos 44,16 R$.ha^{-1}, obtidos na escarificação mais rolo destorroador/nivelador. Já os custos horários foram de 42,60 e 50,43 R$.h^{-1}, respectivamente para as operações de aração e escarificação mais rolo destorroador/nivelador. Estes resultados destacam a importância do tempo demandado em função da área trabalhada e, consequentemente, da largura do equipamento e da velocidade de trabalho. Os sistemas de manejo da cobertura não influenciaram significativamente os custos.

Quadro 72: Custos parciais (R$.ha^{-1}) dos sistemas de preparo do solo reduzido e convencional (PRxCO) na entressafra de 2000 (aveia preta e pousio) em função do sistema de manejo da cobertuta de entressafra.

Manejo da cobertura do solo (MC)	Manejo do solo (MS)		
	Preparo reduzido	Preparo convencional	Médias de MC
Rolo faca	45,10	100,28	72,69
Triturador de palha	42,88	100,56	71,72
Herbicida	43,93	99,14	71,53
Pousio	44,73	96,99	70,85
Médias de MS	44,16B	99,24A	71,70

CV % 5,79 DMS (MS) = 2,88 DMS (MC) = 5,44

Os custos parciais na operação de semeadura da aveia preta não foram influenciados pelos sistemas de manejo do solo, apresentando média geral de 168,41 R$.ha^{-1} (CV% = 1,38). Destes custos, R$ 50,41 representam os custos de hora-máquina/homem (já incluindo os R$ 7,26 com combustível) e R$ 118,00 representaram os custos com insumos, a saber, R$ 48,00 com as sementes de aveia preta e R$ 70,00 com o adubo formulado 4-14-8. Verifica-se que grande parcela desses custos são devido às sementes e ao adubo. As sementes podem ser produzidas nessa mesma propriedade rural e, assim, diminuir o custo, independente do sistema de manejo do solo e o adubo utilizado nessa cultura, pode ser reciclado. No entanto, o custo da adubação da cultura de entressafra, encoraja apenas os agricultores que empregam os sistemas de manejo conservacionistas, por essa adubação, potássica e fosfatada, contribuir para uma melhor distribuição desses nutrientes no solo, por causa do menor espaçamento entre as linhas de semeadura e adubação, em relação às culturas de verão.

O manejo da cobertura de entressafra através da pulverização tratorizada com herbicida dessecante, apesar de possuir um custo de 18,00 R$.ha^{-1}, referente ao herbicida empregado, tanto na aveia preta como nas parcelas em pousio, apresentou os mais baixos custos parciais (Quadro 73), seguido pelo manejo com rolo faca e, por último, pelo manejo com o triturador de palhas tratorizado. Vale destacar que nesses cálculos das operações de manejo da cobertura, empregou-se o preço do trator marca Massey Ferguson, modelo 275 (55,2 kW no motor), visando justamente minimizar a influência do mau dimensionamento dos conjuntos em ensaio, sobre os custos do manejo empregado. Além do adequado dimensionamento dos conjuntos tratorizados, esses resultados também evidenciam a importância e influência da largura da faixa de trabalho e da velocidade de deslocamento. Os sistemas de manejo do solo não influenciaram os custos parciais nas operações de manejo da cobertura de entressafra.

Quadro 73: Custos parciais (R$.ha^{-1}) nas operações de manejo da cobertura de entressafra em função do sistema de manejo do solo.

Manejo da cobertura do solo (MC)	Manejo do solo (MS)			
	Plantio direto	Preparo reduzido	Preparo convencional	Médias de MC
Rolo faca	27,18	26,58	28,30	27,35b
Triturador de palha	29,94	30,43	30,72	30,36a
Herbicida	22,92	22,90	23,04	22,96c
Pousio	22,92	22,90	23,04	22,96c
Médias de MS	25,74	25,70	26,28	25,91

CV % 3,85 DMS (MS) = 0,86 DMS (MC) = 1,10

O Quadro 74 apresenta os custos totais na entressafra de 2000, sendo o somatório dos custos parciais das operações de preparo do solo, semeadura/adubação de plantio, adubação nitrogenada em cobertura e manejo da cobertura de entressafra. Dentre os sistemas de manejo do solo, o preparo convencional apresentou os maiores custos, seguido pelo preparo reduzido e este, pelo plantio direto. Resultados esperados pela diminuição do consumo de combustível (Quadro 52) e do tempo demandado por área trabalhada (Quadro 51). Tendo em vista, que a produtividade de matéria seca da parte aérea da cultura da aveia preta (Quadro 29) apresentou a maior média no sistema plantio direto, em relação aos demais

sistemas, pode-se concluir que o plantio direto foi o manejo do solo mais sustentável na entressafra de 2000.

Dentre os sistemas de manejo da cobertura, o pousio foi o mais econômico; considerando que há pelo menos três anos a vegetação espontânea se desenvolve nas parcelas de pousio de entressafra, sem acrescentar problemas com plantas daninhas na cultura subseqüente de verão (Quadro 32) e sem causar diminuição da matéria orgânica, pH e CTC do solo (Quadros 43 e 46). Conclui-se que essa prática pode integrar sistemas de rotação de culturas envolvendo a soja, principalmente em anos de difícil implantação da cultura de entressafra ou por fatores de ordem financeira. Os custos nos sistemas de manejo da cobertura com rolo faca e triturador de palhas foram os mais elevados e seguidos de perto pelo sistema - aveia preta dessecada (herbicida).

Quadro 74: Custos totais na entressafra de 2000 (R$.ha^{-1}), em função do sistema de manejo do solo e da cobertura.

Manejo da cobertura do solo (MC)	Manejo do solo (MS)			
	Plantio direto	Preparo reduzido	Preparo convencional	Médias de MC
Rolo faca	229,02	275,38	331,34	278,58a
Triturador de palha	234,24	276,51	335,44	282,07a
Herbicida	226,48	269,42	324,78	273,56b
Pousio	22,92	67,63	122,03	71,03c
Médias de MS	178,16C	222,24B	278,56A	226,31

CV % 1,73 DMS (MS) = 3,39 DMS (MC) = 4,32

6.6.4.2 Safra 2000/01 (cultura da soja)

Como observado anteriormente na entressafra, o preparo convencional do solo, na safra de 2000/01, apresentou maiores custos parciais, em relação ao sistema de preparo reduzido (Quadro 75). Nessa ocasião, na operação de aração, obteve-se custos médios de 64,52 R$.ha^{-1}, abaixo dos 70,79 R$.ha^{-1}, obtidos na escarificação mais rolo destorroador/nivelador. O aumento dos custos nessa operação, da entressafra para a safra, se deu pela diminuição da velocidade de deslocamento. Estes resultados, também destacam a importância do tempo demandado em função da área trabalhada.

Como anteriormente observado, os sistemas de manejo da cobertura não influenciaram significativamente os custos.

Quadro 75: Custos parciais (R$.ha^{-1}) dos sistemas de preparo do solo reduzido e convencional (PRxCO) na safra de 2000/01 (cultura da soja) em função do sistema de manejo da cobertura de entressafra.

Manejo da cobertura do solo (MC)	Manejo do solo (MS)		
	Preparo reduzido	Preparo convencional	Médias de MC
Rolo faca	72,96	108,90	90,93
Triturador de palha	71,08	110,91	90,99
Herbicida	71,42	110,22	90,82
Pousio	67,71	107,90	87,81
Médias de MS	70,79B	109,48A	90,14

CV % 4,40 DMS (MS) = 2,92 DMS (MC) = 5,48

O Quadro 76 apresenta os custos parciais na safra de 2000/01, sendo o somatório dos custos nas operações de preparo do solo e semeadura/adubação da soja. Assim como ocorrido na entressafra, o preparo convencional apresentou os maiores custos, seguido pelo preparo reduzido e este, pelo plantio direto. O manejo da cobertura de entressafra não influenciou os custos parciais na safra 2000/01, em conseqüência de sua não influência sobre o somatório do tempo e do combustível demandado em função da área trabalhada (Quadros 67 e 68). O custo médio de 44,79 R$.ha^{-1}no plantio direto corresponde aos custos parciais da operação de semeadura da soja, não sendo computado, portanto, os custos com sementes, adubo e tratamento de sementes.

Quadro 76: Custos parciais (manejo do solo + semeadura da soja) na safra de 2000/01 (R$.ha^{-1}), em função do sistema de manejo do solo e da cobertura.

Manejo da cobertura do solo (MC)	Manejo do solo (MS)			
	Plantio direto	Preparo reduzido	Preparo convencional	Médias de MC
Rolo faca	44,72	120,92	155,79	107,15
Triturador de palha	44,72	119,43	156,32	106,83
Herbicida	45,29	116,63	154,35	105,42
Pousio	44,45	113,56	152,19	103,40
Médias de MS	44,79C	117,64B	154,66A	105,70

CV % 3,78 DMS (MS) = 3,47 DMS (MC) = 4,42

6.6.4.3 Custos parciais (entressafra 2000 e safra 2000/01)

Finalizando a apresentação dos custos dos sistemas de manejos, o Quadro 77 apresenta os custos parciais na entressafra 2000 e safra de 2000/01. Este, sendo o somatório dos custos anteriores, acumulou as diferenças existentes. Portanto, o preparo convencional apresentou os maiores custos, seguido pelo preparo reduzido e este, pelo plantio direto. O manejo da cobertura de entressafra influenciou o somatório dos custos parciais da entressafra 2000 e safra 2000/01, constatando-se maiores custos para os sistemas com implantação da cultura da aveia preta e manejo dessa por métodos mecânicos (Rolo faca e Triturador de palhas), seguidos pelo sistema que utilizou manejo químico da aveia preta (Herbicida) e por último, evidentemente, pelo pousio de entressafra, concordando com Levien (1999). Percebeu-se que no sistema plantio direto com o cultivo da aveia preta (manejada com herbicida), os custos foram abaixo do manejo convencional com pousio de entressafra. Portanto, ainda que a cultura de entressafra no plantio direto seja utilizada apenas para a formação de cobertura do solo, não apresentando retorno financeiro direto, seus custos são cobertos, levando em consideração a comparação entre o sistema plantio direto e convencional.

Quadro 77: Somatório dos custos parciais da entressafra 2000 e safra de 2000/01 (R$.ha^{-1}), em função do sistema de manejo do solo e da cobertura.

Manejo da cobertura do solo (MC)	Manejo do solo (MS)			
	Plantio direto	Preparo reduzido	Preparo convencional	Médias de MC
Rolo faca	273,74	396,30	487,13	385,73ab
Triturador de palha	278,95	395,95	491,76	388,88 a
Herbicida	271,71	388,05	479,13	379,63 b
Pousio	67,38	181,18	272,23	173,59 c
Médias de MS	222,95C	340,37B	432,56A	331,96

CV % 3,78 DMS (MS) = 3,47 DMS (MC) = 4,42

O plantio direto foi o sistema que melhor se enquadrou aos preceitos de sistema agrícola sustentável, apresentados por Gamero (1985), Silveira & Moreira (1996), Puríssimo (1997), Romeiro (1997), Jongebreur (2000), Amado et al. (2001), Colozzi Filho & Andrade (2001) e Machado (2001).

6.7 Considerações gerais

Os sistemas de manejo do solo, reduzido e plantio direto, mantêm maior teor de água na camada superficial do solo, bem como maior massa de resíduos culturais e porcentagem de cobertura sobre a superfície do solo do que os tratamentos sob preparo convencional.

O sistema plantio direto apresentou menor amplitude térmica e menores temperaturas máximas diárias. Devido à má formação de cobertura do solo pela cultura do milheto e a presença de resíduos da cultura do triticale, não foi observada diferença na temperatura do solo nos tratamentos com milheto em relação ao pousio.

Os sistemas de rotação de cultura com soja mantiveram uma quantidade de resíduos sobre a superfície do solo nos tratamentos escarificação e plantio direto suficiente para classificá-los como manejos conservacionistas. Na ausência de cultura implantada na entressafra (aveia-preta), apenas o plantio direto alcançou esta classificação. A decomposição dos resíduos de soja (perda de massa) foi mais lenta nos tratamentos sem cobertura implantada durante a entressafra, do que nos com a presença da cultura de aveia preta naquele período.

O preparo convencional do solo para as culturas da aveia preta e soja, proporcionou consumo de combustível, tempo demandado e custos superiores ao reduzido.

As condições de cobertura tiveram maior influência na operação de aração do que na operação de escarificação. A segunda gradagem teve menor consumo de combustível e exigência de força de tração do que a primeira.

A desagregação do solo obtida com uma aração seguida por duas gradagens foi maior do que a obtida com o uso do escarificador conjugado com rolos destorroadores. Nessa última condição de preparo de solo, a patinagem do rodado do trator e a força de tração máxima (pico de força) na operação de semeadura da soja, foi maior em relação ao solo preparado convencionalmente.

Na semeadura da cultura da aveia preta, não houve diferença significativa entre os tratamentos, quanto as variáveis de desempenho operacional. A operação de semeadura da cultura da soja no sistema plantio direto apresentou maior força de tração média, máxima e específica; maior capacidade de campo; maior deslizamento (patinagem

negativa) do rodado da semeadora; e maior potência na barra e uso de energia em função da área semeada. A semeadura no sistema de preparo reduzido apresentou maior patinagem do rodado traseiro do trator e maior consumo de combustível por área trabalhada.

O tempo demandado, o combustível consumido e os custos, no somatório das operações de preparo do solo, semeadura da aveia preta, manejo da cobertura, preparo do solo e semeadura da cultura da soja, safra 2000/01, foram superiores no sistema de preparo convencional, intermediários no preparo reduzido e inferiores no sistema plantio direto. Quanto ao sistema de manejo da cobertura de entressafra, apresentaram-se superiores nos sistemas de aveia rolada e aveia triturada (manejos mecânicos da cobertura), intermediários para aveia dessecada (manejo químico da cobertura) e inferiores no pousio de entressafra. O manejo mecânico implicou em maior custo do que o químico, efetuado através de herbicida.

A fertilidade do solo, expressa em valores de pH, matéria orgânica, P, Ca, Mg, K, CTC e V% entre os sistemas de manejo do solo, no geral mostrou-se “melhor” no plantio direto, na camada de 0 a 7cm tanto na amostragem de 1999, quanto em 2000. Na camada de 8 a 20cm de profundidade, na amostragem de 1999, a fertilidade do solo mostrou-se melhor no sistema de preparo convencional e na amostragem de 2000 não se verificou diferenças. O sistema de preparo reduzido apresentou-se em posição intermediária entre o plantio direto e o convencional, quanto aos fatores de ordem química. O pousio de entressafra por ter recebido adubação de semeadura e por não receber adubação nitrogenada de cobertura na entressafra, apresentou melhor condição de fertilidade do solo.

O plantio direto apresentou maiores resistências à penetração no solo na linha de semeadura e na entrelinha até os 30cm de profundidade. Não houve influência das condições de cobertura de entressafra sobre essa variável de ordem física do solo.

Durante o ciclo da cultura da soja, o plantio direto apresentou maior massa de matéria seca da parte aérea de plantas daninhas e o preparo reduzido maior número de plantas daninhas. O preparo convencional, cujas operações de gradagens foram realizadas imediatamente antes da semeadura, mostrou-se com menor infestação. Não houve influência das condições de cobertura de entressafra sobre esse parâmetro de ordem biológica.

A cultura do milheto não deve ser descartada como alternativa de entressafra, antes que outros ensaios de densidade e épocas de semeadura sejam realizados. O

triticale e a aveia preta mostraram-se boas culturas de entressafra a integrar sistemas de rotação envolvendo a cultura da soja. Os sistemas de manejo do solo não influenciaram a produtividade de grãos de triticale. No entanto, no sistema de preparo convencional encontrou-se maior massa de matéria seca da parte aérea da cultura, no final do ciclo. A cultura da aveia preta apresentou maior desenvolvimento nos sistemas plantio direto e preparo reduzido.

O acúmulo de matéria seca e os níveis de nutrientes na parte aérea das plantas de soja não apresentaram diferença significativa quanto aos sistemas de manejo do solo e da cobertura de entressafra. O plantio direto apresentou maior produtividade de grãos de soja nos dois anos de cultivo.

7 CONCLUSÕES

Nas condições em que o trabalho foi desenvolvido, todos os resultados obtidos permitem concluir que:

- Os sistemas de manejo do solo, reduzido e plantio direto, mantêm maior teor de água na camada superficial do solo, bem como maior massa de resíduos culturais e porcentagem de cobertura sobre a superfície do solo do que os tratamentos sob preparo convencional. E apresentam menor amplitude térmica e menores temperaturas máximas diárias.

- Os parâmetros de tempo demandado, de combustível consumido e de custos, no somatório das operações de preparo do solo, semeadura da aveia preta, manejo da cobertura, preparo do solo e semeadura da cultura da soja, safra 2000/01, foram superiores no sistema de preparo convencional, intermediários no preparo reduzido e inferiores no sistema plantio direto. Quanto ao sistema de manejo da cobertura de entressafra, apresentaram-se superiores nos sistemas de aveia rolada e aveia triturada (manejos mecânicos da cobertura), intermediários para aveia dessecada (manejo químico da cobertura) e inferiores no pousio de entressafra. O manejo mecânico implicou em maior custo do que o químico, efetuado através de herbicida.

- A fertilidade do solo, expressa em valores de pH, matéria orgânica, P, Ca, Mg, K, CTC e V% entre os sistemas de manejo do solo, no geral mostrou-se melhor no plantio direto, na camada de 0 a 7cm nas amostragens de 1999 e de 2000. Na camada de 8 a 20cm de profundidade, na amostragem de 1999, a fertilidade do solo mostrou-se melhor no

sistema de preparo convencional e na amostragem de 2000 não se verificou diferenças. O sistema de preparo reduzido apresentou-se em posição intermediária entre o plantio direto e o convencional, quanto aos fatores de ordem química. O pousio de entressafra por ter recebido adubação de plantio e por não receber adubação nitrogenada de cobertura na entressafra, apresentou melhor condição de fertilidade do solo.

- O plantio direto apresentou maiores resistências à penetração no solo na linha de semeadura e na entrelinha até os 30cm de profundidade. Não houve influência das condições de cobertura de entressafra sobre essa variável de ordem física do solo.

- A cultura do milheto não deve ser descartada como alternativa de entressafra, antes que outros ensaios de densidade e épocas de semeadura sejam realizados. O triticale e a aveia preta mostraram-se boas culturas de entressafra a integrar sistemas de sucessão ou rotação de cultura envolvendo a soja. Os sistemas de manejo do solo não influenciaram a produtividade de grãos de triticale. No entanto, no sistema de preparo convencional encontrou-se maior massa de matéria seca da parte aérea da cultura, no final do ciclo. A cultura da aveia preta apresentou maior desenvolvimento nos sistemas plantio direto e preparo reduzido.

O acúmulo de matéria seca e os níveis de nutrientes na parte aérea das plantas de soja não apresentaram diferença significativa quanto aos sistemas de manejo do solo e da cobertura de entressefra. O plantio direto apresentou maior produtividade de grãos de soja nos dois anos de cultivo.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACHARYA, C. L., SHARMA, P.D. Tillage and mulch effects on soil physical environment, root growth, nutrient uptake and yield of maize and wheat on a Alfisol in North-West India. *Soil and Tillage Research*, v.32, n.4, p.291-302, 1994.

ALCÂNTARA, F.A., FURTINI NETO, A.E., PAULA, M.B., MESQUITA, H.A., MUNIZ, J.A. Adubação verde na recuperação da fertilidade de um Latossolo Vermelho Escuro degradado. *Pesq. Agropec. Bras*., Brasília, v.35, n.2, p.277-88, 2000.

ALMEIDA, F.S. Papel da cobertura morta no plantio direto. In: SIMPÓSIO SOBRE SISTEMA DE PRODUÇÃO AGRÍCOLA. Região Centro-Sul do Brasil, Campinas. *Trabalhos apresentados*... Campinas. Fundação Cargill, 1985. p.113-48.

ALMEIDA, F. S. A alelopatia e as plantas. *Circ. Inst. Agron. Paraná*, n.53, p.1-60, 1988.

ALMEIDA, J. L. Paraná deve ultrapassar Rio Grande do Sul na produção de aveia branca para grãos. *Batavo*, v.5, n.74, p.28-31, 1997.

ALMEIDA, P. S. G., DICK, D. P. Matéria orgânica e propriedades químicas em classes de solos do RS. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 28, 2001, Londrina. *Anais*... Londrina: Centro Nacional de Pesquisa de Soja, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. 2001, p.49.

AMADO, T. J. C. O desafio da obtenção de elevados rendimentos em sistemas sustentáveis de produção de soja. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 20, Londrina. *Anais*... Londrina: Centro Nacional de Pesquisa da Soja, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 1999. p.113-8.

AMADO, T. J. C., COGO, N. P., LEVIEN, R. Eficácia relativa do manejo do resíduo cultural de soja na redução das perdas de solo por erosão hídrica. *Rev. Bras. Ciênc. Solo*, v.13, p.251-7, 1989.

AMADO, T.J.C., BAYER, C., ELTZ, F.L., BRUM, A.C.R. Potencial de culturas de cobertura em acumular carbono e nitrogênio no solo no plantio direto e a melhoria da qualidade ambiental. *Rev. Bras. Cienc*. Solo, 25, n.1, p.189-97, 2001.

AMERICAN SOCIETY OF AGRICULTURAL ENGINEERS. Terminology and definitions for soil tillage and soil tool relationships. In:___. *ASAE standards 1982:* standards engineering practices data. San Joseph, 1982. p. 229-41. (ASAE EP291.1).

AMERICAN SOCIETY OF AGRICULTURAL ENGINEERS. Terminology and definitions for agricultural tillage implements. *Agricultural Engineering Yearbook Am. Soc. Agric. Eng*. (ASAE Standard: ASAE S414), p.306-15, 1984.

AMERICAN SOCIETY OF AGRICULTURAL ENGINEERS. Terminology for soil-engaging components for conservation-tillage planters, drills and seeders. In: ____. *ASAE standards 1996*: standards engineering practices data. San Joseph, 1996a. p.309-14 (ASAE D477.2 DEC 93).

AMERICAN SOCIETY OF AGRICULTURAL ENGINEERS. Soil cone penetrometer. In: ___. *ASAE standards 1996*: standards engineering practices data. San Joseph, 1996b. p.719. (ASAE S313.2 DEC94).

ARAÚJO, A. G., CASÃO JÚNIOR, R., FIGUEIREDO, P. R. A. Recomendações para dimensionamento e construção do rolo-faca. In: ENCONTRO LATINO AMERICANO SOBRE PLANTIO DIRETO NA PEQUENA PROPRIEDADE, 1, 1993, Ponta Grossa. *Anais...* Ponta Grossa: Instituto Agronômico do Paraná, 1993. p.271–80.

ARAÚJO, A. G., CASÃO JÚNIOR, R., SIQUEIRA, R. Mecanização do plantio direto: problemas e soluções. *Ins. Agron. Paraná,* n.137, 18p, 2001.

ARAÚJO, N., FERNANDES, F.M., BUZETTI, S., VALÉRIO FILHO, W.V. Níveis críticos de fósforo em Latossolo Vermelho-Escuro sob cerrado para a soja. *Cultura Agronômica*, Ilha Solteira, v.4, n.1, p.65-78, 1995.

ARF, O., SÁ, M. E., BUZETTI, S. Efeito da época de semeadura da mucuna-preta (*Stizobium aterrimum* Piper e Tracy) intercalada na cultura do milho (*Zea mays* L.). *Científica*, São Paulo, v.24, n.1, p.159-70, 1996.

ATHAYDE, M. L. F., LEMOS, E. G. M., PRADO, A. L., ATHAYDE. A. C. F. Desempenho da soja sob efeito de inoculantes com diferentes estirpes de bradirrizóbios. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO CENTRAL DO BRASIL, 20, 1998, Londrina. *Atas e resumos...* Londrina: Centro Nacional de Pesquisa de Soja, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. 1998, p.377.

BALASTREIRE, L.A. *Máquinas agrícolas.* São Paulo: Manole, 1987. 310p.

BALBUENA, R.H., ARAGON, A., MAC DONAGH, P.M.,CLAVERIE, J.A., TERMINIELLO, A.M. Evaluación de 3 sistemas de labranza en un suelo argiudol típico. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 25, 1996, Bauru. *Anais...* Bauru: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 1996. (Arquivo EAS 420, editado em cd-rom).

BARIZON, R.R.M. *Calagem na superfície para a cultura da soja, em semeadura direta sobre Brachiaria brizantha.* Botucatu, 2001. 88p. Dissertação (Mestrado em Agronomia: Área de Concentração em Energia na Agricultura) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista.

BARKER, N. W. Aplication of herbicides in small grain stubble. *Trans. ASAE (Am. Soc. Agric. Eng.*), v.24, p.1232-6, 1982.

BARROS, A. C., OLIVEIRA, A. L. F., MORAES. H. A. O sistema integrado de controle de plantas daninhas (SIC) na prevenção contra a seleção e resistência de invasoras. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 20, 1999, Londrina. *Anais*... Londrina: Centro Nacional de Pesquisa da Soja, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 1999. p.397 (Trabalho 174).

BATAGLIA, O.C., MASCARENHAS, H.A.A., MIYASAKA, S. Nutrição mineral da soja. In: A soja no Brasil Central. Campinas, Fundação Cargill, p.57-85, 1977.

BENEZ, S. H. *Estudo do cultivo mínimo na cultura do milho (Zea mays L.) em solo Podzólico Vermelho Amarelo var. Laras.* Piracicaba, 1972. 108p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.

BENEZ, S.H. *Efeito do tipo de preparo de solo, cultivos e calagem na cultura do milho (Zea mays L.).* Botucatu, 1980. 123p. Tese (Concurso de Habilitação à Docência Livre/Mecanização Agrícola) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista.

BERTOL, O. J., FISCHER, I. T. Semeadura direta versus sistema de preparo reduzido: efeito na cobertura do solo e no rendimento da cultura da soja. *Eng. Agric.*, v.17, n.2, p.87-96, 1997.

BERTOL, I., CIPRANDI, O., KURTZ, C., BAPTISTA, A.S. Persistência dos resíduos culturais de aveia e milho sobre a superfície do solo em semeadura direta. *Rev. Bras. Cienc*. Solo, v.22, n.4, p.705-12, 1998.

BERTOL, I., SCHICK, J., BATISTELA, O. Razão de perdas de solo e fator C para as culturas de soja e trigo em três sistemas de preparo em um cambissolo húmico alumínico. *Rev. Bras. Cienc. Solo*, Campinas, v.25, n.2, p.451-61, 2001.

BEUTLER, A. N., CENTURION, J. F. Tolerância da soja à resistência do solo à penetração. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 28, 2001, Londrina. *Anais*... Londrina: Centro Nacional de Pesquisa da Soja, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2001. p.6.

BLEVINS, R.L., THOMAS, G.W., SMITH, M.S., FRYE, W.W., CORNELIUS, P.L. Changes in soil properties after 10 years continuous non-tilled and conventionally tilled corn. *Soil & Tillage Res*., v.3, p.135-46, 1993.

BOLETIM TÉCNICO DO INSTITUTO AGRONÔMICO. Campinas: Instituto Agronômico, n.100, 1997. 285p.

BOLLER, W. *Avaliação de diferentes sistemas de manejo do solo visando à implantação da cultura do feijão (Phaseolus vulgaris* L.*)*. Botucatu, 1996. 272p. Tese (Doutorado em Agronomia / Energia na Agricultura) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista.

BOLLER, W., KLEIN, V. A., DALLMEYER, A. U., SCHONS, P. Força de tração e potência para operar com uma semeadora-adubadora de precisão em solo sob preparo reduzido. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 20, 1991, Londrina. *Anais*... Londrina: Instituto Agronômico do Paraná, 1992. p.1111–23.

BOLLER, W., KLEIN, V.A., DALLMEYER, A.U., SCHONS, P. Avaliação de efeitos de mecanismos dosadores de semeadoras sobre danos mecânicos e fisiológicos em sementes de soja (*Glycine max* (L.) Merril). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 20, 1991, Londrina. *Anais*... Londrina. Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, Instituto Agronômico do Paraná, 1992. p.1180-94.

BOLLER, W., KLEIN, V. A., GUARESCHI, F. R., GRAEFF, L. E. Desempenho de um picador de palha na trituração de plantas de centeio (Secale cereale L.), para cobertura do solo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 22, 1993, Ilhéus. *Anais*... Ilhéus: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola/Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira, 1993. p.1554–63.

BORTOLUZZI, E.C., ELTZ, F.L. Manejo da palha de aveia preta sobre as plantas daninhas e rendimento de soja em semeadura direta.. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.31, n.2, p.237-43, 2001.

BLANCO, H. G. Biologia das plantas daninhas: competição de plantas daninhas brasileiras. In: CONSELHO REGIONAL DE ENGENHARIA E ARQUITETURA/SP. *Controle integrado de plantas daninhas*. 2.ed. São Paulo, 1985. p.42-75.

BUZATTI, W. J. S., ABREU, C. U. Imazamox aplicado em diferentes volumes de calda e horário de aplicação no controle de leiteiro (*Euphorbia heterophylla*) em soja. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 20, 1999, Londrina. *Anais*... Londrina: Centro Nacional de Pesquisa da Soja, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 1999. P.418. (Trabalho 216). p.418.

CABEZAS, W. A. R. L., KORDORFER, G. H., MOTTA,S. A. Volatilização de N-NH3 na cultura do milho: II Avaliação de fontes sólidas e fluidas em sistema de plantio direto e convencional. *Rev. Bras. Ciênc. Solo*, v.21, p.353-63, 1997.

CAIERÃO, E., CARVALHO, F.I.F., PACHECO, M.T., LONRECETTI, C., MARCHIORO, V.S., SILVA, J.G. Seleção indireta em aveia para o incremento no rendimento de grãos. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.31, n.2, p.231-6, 2001.

CALEGARI, A. Plantas para adubação verde de inverno no sudoeste do Paraná. *Bol. Téc. Inst. Agron. Paraná*, n. 35, p. 1-36, 1990.

CALEGARI, A. Espécies para cobertura de solo. *Ins. Agron. Paraná,* n.101, p.65-93, 1998.

CALEGARI, A. Uso de rotação de cultura em recuperação de pastagens. In: PAULINO, V.T., FERREIRA, L.G. *Recuperação de pastagens* (2 ed.). Nova Odessa: Instituto de Zootecnia, 1999. p.61-77.

CÂMARA, G. M. S. Origem, difusão geográfica e importância da soja. In: _____. *Soja*: tecnologia da produção. Piracicaba: ESALQ, Departamento de Agricultura, 1998a, p.1-25.

CÂMARA, G.M.S. Fenologia da soja. In: ____. *Soja*: tecnologia da produção. Piracicaba. Editora Publique, 1998b. p.26-39.

CAMPANI, D.B. O papel do engenheiro no planejamento energético do meio rural. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 25/CONGRESO LATINOAMERICANO DE INGENIERÍA AGRICOLA, 2, Bauru. *Anais...* Bauru: Faculdade de Engenharia e Tecnologia/Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola/Associación Latioamericana de Ingeniería Agricola, 1996. p.275. (Arquivo PoP217, editado em CD-ROM).

CAMPOS, L. A. C., SILVA, A. C., RIEDE, C. A., BRUNETTA, D., FRANCO, F. A. Informações técnicas para a cultura do triticale no Paraná. *Ins. Agron. Paraná*, n.102, p.1-34, 1998.

CAMPOS, L. A. C., VIEIRA, L. G.E., BRUNETTA, D., SILVA, A. C. Cultura do triticale: informações técnicas. *Ins. Agron. Paraná,* n.60, p.1-20, 1988.

CARVALHO, F. L. C., COGO, N. P., LEVIEN, R. Eficácia relativa de doses e formas de manejo de resíduo cultural de trigo na redução da erosão hídrica do solo. *Rev. Bras. Ciênc. Solo,* v.14, p.227-34, 1990.

CARVALHO, W.A., ESPÍNDOLA, C.R., PACCOLA, A.A. Levantamento de solos da Fazenda Lageado – Estação Experimental "Presidente Médici". *Bol. Cient. Fac. Ciênc. Agron. UNESP (Botucatu)*, n.1, p. 1-85, 1983.

CARVER, B. F., OWNBY, J. D. Acid soil tolerance in wheat. *Adv. Agron.*, v.54, p.117-64, 1995.

CASÃO JÚNIOR, R., FIGUEIREDO, P. R. A., ARAÚJO, A. G. Desenvolvimento de um rolo-faca a tração animal. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 18, 1989, Recife. *Anais...* Recife: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 1989. p.52–66.

CASÃO JÚNIOR, 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. *Circ. Inst. Agron. Paraná*, n.105, p.1-47, 1998.

CASTILHO, C. P. G., TEIXEIRA FILHO, J. A importância da interceptação de chuvas no balanço hídrico para cultura de café (*Coffea arábica*). In: CONGRESO INTERNACIONAL DE INGENIERIA AGRICOLA, 6, 2001,Chillán. *Memorias...* Chillán: 2001 v.2, p.181-4.

CASTRO, O. M. Avaliação de sistemas de manejo do solo. . In: CICLO DE ESTUDOS SOBRE MECANIZAÇÃO AGRÍCOLA, 4, 1989. *Anais...* Campinas: Fundação Cargill, 1990. p.34-7.

CLIFFORD, B. C. Diseases, pests and disorders of oats. In: WELCH, R. W. *Oat crop*: production and utilization. Newtonwnabbay, Chapman e Hall. 1995. p.252-78.

COAN, O., ORTOLANI, A. F., PELLICER, S. Influência da profundidade de semeadura e compactação do solo sobre a semente na emergência, desenvolvimento inicial e produtividade do feijoeiro (Phaseolus vulgaris L.). . In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 15, 1986, São Paulo. *Anais...* São Paulo: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 1986. v.1, p.76-82.

COBO, L. B. D. *Selección y dimensionamiento de la maquinaria agricola*. Santiago: 1988. 36p.

COLOZZI FILHO, A., ANDRADE, D. S. O impacto dos sistemas de cultivo sobre a biota do solo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 28, 2001, Londrina. *Anais*... Londrina:Centro Nacional de Pesquisa de Soja, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Londrina, 2001, p.55 (Palestra).

COMISSÃO SUL-BRASILEIRA DE PESQUISA DE AVEIA. *Recomendações tecnológicas para o cultivo de aveia.* Passo Fundo: Ed. Universidade Federal de Pelootas, 1995. 50p.

CONSORTE, J. E. Clima, solo, preparo do solo e calagem. In: BRINHOLI, O. *Cultura da aveia.* Botucatu. Faculdade de Ciências Agronômicas,UNESP. 1995. p.31-52.

CORAZZA, E.J., SILVA, J.E., RESCK, D.V.S., GOMES, A.C. Comportamento de diferentes sistemas de manejo como fonte ou depósito de carbono em relação à vegetação de cerrado. *Rev. Bras. Cienc. Solo*, 23, n.4, p.25-32, 1999.

CORDEIRO, M.A., BENEZ, S.H., Consumo de combustível em tratores agrícolas, tracionando carretas e roçadoras montadas. In: CONGRSSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 17, 1988, Iperó. *Anais...* Iperó: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, Centro Nacional de Engenharia Agrícola, 1988. p.385-92.

CORRÊA, A. A. M. Métodos de manejo e uso do solo e das culturas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 16, 1987. São Paulo. *Anais...* São Paulo: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola. 1989. v.1, p.257-62.

CORREA, R. I. Prognóstico de aveia e trigo. In*:*____ *Acompanhamento da situação agropecuária do Parana*. Curitiba: Secretaria do Estado da Agricultura, 1997. p.36-40.

CORTEZ, G. E. P., CASTELLANE, P. D., ARAUJO, J. A. C., BANZATTO, D. A. *Científica*, São Paulo, v.23, p.383-93, 1995.

COSTA, A. *Doses e modo de aplicação de calcário na implantação da sucessão soja trigo em sistema plantio direto*. Botucatu, 2000. 146p. Tese (Doutorado em Agronomia: Área de Concentração em Agricultura) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista.

COSTA, L.A.M., MATTER, V.F., SILVA, C.J., DECARLI, F., PELÁ, A., ZUCARELLI, C., SANTOS, J.C. Adaptabilidade de adubos verdes de verão para Marechal Cândido Rondon. In: BALBUENA, R.H., BENEZ, S.H., JORAJURÍA, D. *Avances en el manejo del suelo y agua en la ingeniería rural Latinoamericana*. La Plata, 1998, p.206-11.

CRISTOFFOLETI, P.J. Dinâmica de populações de plantas daninhas e manejo de herbicidas para a cultura da soja. In: CÂMARA, G.M.S. *Soja*: tecnologia da produção. Piracicaba. Editora Publique, 1998. p.121-38.

CULLEY, J. L. B., LARSON, W. E., RANDALL, G. W. Physical properties of a typic Haplaquoll under conventional and no-tillage. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, v. 51, p.1583-7, 1987.

CUNHA, M.M., FLECK, N.G., VARGAS, L. Interferência de papuã (Brachiaria plantaginea (Linck)) e de espécies daninhas dicotiledôneas em soja. *Pesq. Agropec. Bras.*, Porto Alegre, v.3, n.2, p.125-31, 1997.

CURRENCE, H. D., LOVELY, W.G. The analysis of soil surface roughness. *Trans. ASAE (Am.. Soc. Agrric. Eng.)*, v.13, p.710-4, 1970.

DALAL, R. C., CHAN, K. Y. Soil organic matter in rainfed cropping systems of the Australian cereal belt. *Aust. J. Soil Res.*, v.39, p.435-64, 2001.

DALLMEYER, A. U. Avaliação de equipamentos de preparo do solo a campo. In: CICLO DE ESTUDOS SOBRE MECANIZAÇÃO AGRÍCOLA, 4, Anais... Campinas: Fundação Cargill, 1990. p.3–11.

DALLMEYER, A. U. Opções na semeadura. *Cultivar Máquinas*, v.1, n.2, p.6-9, 2001.

DALLMEYER, A.U., GAMERO, C.A., RAD, J.I.B. Peneira rotativa concêntrica para caracterização da distribuição do tamanho de agregados do solo a seco. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 20, 1991, Londrina. *Anais* ... Londrina: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, Instituto Agronômico do Paraná, 1992. p.1361-73.

DANIEL, L. A. *Análise do comportamento da cultura do milho (Zea mays L.) em rotação com soja (Glycine max L. Merrill) cultivadas através dos sistemas de "plantio direto" e "convencional" em diferentes épocas do ano, com e sem irrigação*. Jaboticabal. 1981. 98p. Dissertação (Mestrado em Ciências/Produção Vegetal) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista.

DANIEL, L. A., MARETTI, H. J. Avaliação de camada de solo compactado e análise de crescimento de plantas. . In: CICLO DE ESTUDOS SOBRE MECANIZAÇÃO AGRÍCOLA, 4, 1989. *Anais*... Campinas: Fundação Cargill, 1990. p.22-38.

DERPSCH, R. *Rotação de culturas, plantio direto e convencional*. São Paulo: Ciba Geig, 1986. 10p.

DERPSCH, R., CALEGARI, A. Plantas para adubação verde de inverno. *Cir. Inst. Agron. Paraná*. n.73, p.1-80, 1992.

DERPSCH, R., SIDIRAS, N., HEINZMANN, F.X. Manejo do solo com coberturas verdes de inverno. *Pesq. Agropec. Bras.*, v.20, p.761-73, 1985.

DERPSCH, R., ROTH, C.H., SIDIRAS, N., KÖPKE, V. *Controle de erosão no Paraná, Brasil*: sistemas de cobertura do solo, plantio direto e preparo conservacionista do solo. Eschborn: Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit, Instituto Agronômico do Paraná, 1991. 272p.

DIEHL., S. L. Relatos por estado sobre o comportamento da cultura da soja na safra 1998/99, São Paulo. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO CENTRAL DO BRASIL, 21,1999, Dourados. *Ata*... Dourados: Agropecuária Oeste /Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 1999. p. 43-6.

DILLENBURG, F. F., FONTIN, G., GAUDÊNCIO, C. Efeitos de diferentes culturas e adubações verdes na compactação do solo. In: REUNIÃO CENTRO-SUL DE ADUBAÇÃO VERDE E ROTAÇÃO DE CULTURAS, 4, 1994. Passo Fundo. *Anais*... Passo Fundo: Centro Nacional de Pesquisa do Trigo/Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 1994, p.173-6.

DRAGHI, L., JORAJURIA, D., CERISOLA, C., BOTTA, G. La cobertura vegetal interfilar en el monte frutal y su respuesta al tráfico. In: CONGRESO INTERNACIONAL DE INGENIERIA AGRICOLA, 6, 2001, Chillán. *Memorias*... Chillán, 2001. v.1, p.164-7.

DURIGAN, J.C., FILHO, R.V., MATUO, T. Períodos de matocompetição na cultura da soja (Glycine max (L.) Merril), cultivares Santa Rosa e IAC-2. Efeitos sobre os parâmetros de produção. *Planta Daninha*, Brasília, v.1, n.2, p.86-100, 1983.

ELMORE, R. W. Soybean cultivar response to tillage systems and planting date. *Agron. J.*, v.82, n.1, p.69-73, 1990.

ELTZ, F.L.F., PEIXOTO, R.T.G., JASTER, F. Efeitos de sistemas de preparo do solo nas propriedades físicas e químicas de um Latossolo bruno álico. *Rev. Bras. Cienc. Solo*, v.13, p.259-67, 1989.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação do Solo. *Manual de métodos de análise de solo.* Rio de Janeiro, 1979. "não pag". Parte I. Análises físicas.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados. *Cultura da soja nos cerrados 1997/1998*. Planaltina, s.d. (Editado em CD-ROM).

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. *Sistema Brasileiro de Classificação dos solos*: Rio de Janeiro. EMBRAPA/ Centro Nacional de Pesquisa do Solo, 1999. 412p.

ENCIDE, A. P., ALVES, M. C., RODRIGUES, R. A. F. Avaliação da temperatura do solo de um Podzólico Vermelho-escuro sob diferentes usos e manejos, em Ilha Solteira (S.P.). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 30, 2001, Foz do Iguaçu.. *Anais*... Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 2001. (arquivo CONBEA 119, editado em CD-ROM,).

ESTEVES, J.A.F. *Produção da soja em função da antecipação da adubação fostatada e potássica em semeadura direta*. Botucatu, 2000. 107p. Dissertação (Mestrado em Agronomia: Área de Concentração em Agricultura) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista.

FASOLO, P. J. Importância e uso dos levantamentos de solos e suas relações com o planejamento do uso da terra. In: CASTRO FILHO, C., MUZILLI, O. *Manejo integrado de solos em microbacias hidrográficas.* Londrina: Instituto Agronômico do Paraná, 1996. p.61-76.

FELDMAN, S. R., ALZUGARAY, C., TORRES, P. S., LEWIS, P. The effect of different tillage systems on the composition of the seedbank. *Weed Res*., v.37, p.71-6, 1997.

FELÍCIO, J.C., CAMARGO, C.E.O., CASTRO, J.L., CAMARGO, M.B.P. Épocas de semeadura de triticale em Capão Bonito, SP. *Pesqui. Agropecu. Bras*, v. 34, p.2193-203, 1999.

FELICIO, J. C., CAMARGO, C. E. O., PIZZINATTO, A., CASTRO, J. L., GALLO, P. B. Comportamento agronômico e avaliação tecnológica de genótipos de triticale no Estado de São Paulo em 1988 a 1989. *Pesqui. Agropecu. Bras.*, p.281-94, 1993.

FERNANDES, F.A., CERRI, C.C., FERNANDES, A.H.B.M. Alterações na matéria orgânica de um podzol hidromórfico pelo uso com pastagens cultivadas no pantanal mato-grossense. *Pesq. Agropec. Bras*., v.34, n.10, p.1943-51, 1999.

FERREIRA, A. S., LIMA, G. J. M. M., ZANOTTO, D. L., BASSI, L. J. Triticale como alimento alternativo para suínos em crescimento e terminação. *Rev. Soc. Bras. Zoot.*, n.2, p.301, 1992.

FINARDI, C. E., SOUZA, G. L. Ação de extensão rural no levantamento e prevenção de perdas na colheita de soja – 79/80. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 11, 1981, Brasília. *Anais*... Brasília: Editerra, 1983. v.1, p.225-37.

FNP Consultoria & Comércio. *Agrianual 99*. Soja: redução na lucratividade exige atenção. São Paulo, 1998. p.448-83.

FNP Consultoria e Comércio. *Agrianual 2000*. Soja. São Paulo, 1999. p.473-509.

FONTANA, D.C., BERLATO, M.A., LAUSCHNER, M.H., MELLO, R.W. Modelo de estimativa de rendimento de soja no Estado do Rio Grande do Sul. *Pesqui. Agropecu. Bras.*, Brasília, v.36, p.399-403, 2001.

FONTANELI, R.S., SANTOS, H.P., VOSS, M., AMBROSI, I. Rendimento e nodução de soja em diferentes rotações de espécies anuais de inverno sob plantio direto. *Pesqui. Agropecu. Bras*., Brasília, v.35, p.349-55, 2000.

FORNAROLLI, D.A., RODRIGUES, B.N., LIMA, J., VALÉRIO, M.A. Influência da cobertura morta no comportamento do herbicida atrazine. *Planta Daninha*, Londrina, v.16, n.2, p.97-107, 1998.

FOSTER, G.R. Modeling the erosion process. In: BASSELMAN, J.A., *Hidrological modeling of small watersshedes.* St. Joseph. American Society de Agricultural Engineer, v.8, p.297-300, 1982.

FRANCO, A. C. B. J., FRANCO, H. B., TRABUCO, M., CENTURION, J. F., CENTURION, M. A. P. C. Correlação entre compactação e desenvolvimento da soja, algodoeiro e amendoim. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 28, 2001, Londrina. *Anais*... Londrina: Centro Nacional de Pesquisa de Soja, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2001. p.8.

FURLANI, C. E. A. *Efeito do preparo do solo e do manejo da cobertura de inverno na produtividade da cultura do feijoeiro (Phaseolus vulgaris L.).* Botucatu, 2000. 221p. Tese (Doutorado em Agronomia/Energia na Agricultura) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista.

FURLANI, C. E. A., GAMERO, C. A., BOLLER, W., SIQUEIRA, R. Desempenho operacional de um arado em função do tipo de disco e da velocidade de deslocamento. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 30, 2001, Foz do Iguaçu. *Anais*... Foz do Iguaçu: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 2001. (arquivo CONBEA 008, editado em CD-ROM,).

GABRIEL FILHO, A. *Avaliação de cinco formas geométricas de corpos de arados no preparo de dois tipos de solos e do comportamento da cultura do milho (Zea mays L.).* Botucatu, 1998. 134p. Tese (Doutorado em Agronomia/Energia na Agricultura) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista.

GADANHA JÚNIOR, C. D., MOLIN, J. P., COELHO, J. L. D., YAHN, C. H., TOMIMORI, S. M. A. W. *Máquinas e implementos agrícolas do Brasil*. São Paulo: Núcleo Setorial de Informações em Máquinas Agrícolas, Fundação de Ciência e Tecnologia do Estado do Rio Grande do Sul, Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, 1991. 449p.

GAMERO, C.A. *Efeito da mobilização do solo, com enxada rotativa, sobre algumas características físicas.* Piracicaba, 1982. 65p.Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

GAMERO, C.A. *Efeitos dos tipos de preparos sobre características do solo e da cultura do milho (Zea mays L.).* Piracicaba, 1985. 102p. Tese (Doutorado em Agronomia/Solos e Nutrição de Plantas) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

GAMERO, C. A. Desagregação do solo em diferentes métodos de preparo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 18, 1989, Recife. *Anais...* Recife: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 1989. v.1, p.254-67.

GAMERO, C.A., BENEZ, S.H. Avaliação da condição do solo após a operação de preparo. In: CICLO DE ESTUDOS SOBRE MECANIZAÇÃO AGRÍCOLA, 4, 1989, Jundiaí. *Anais* ... Campinas: Fundação Cargill, 1990. p.12-21.

GAMERO, C.A., BENEZ, S.H., FURLANI JÚNIOR, J.A. Análise do consumo de combustível e da capacidade de campo de diferentes sistemas de preparo periódico do solo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 15, 1986, São Paulo. *Anais...* Botucatu: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 1986. p.1-9.

GAMERO, C.A., LANÇAS, K.P. Ensaio e certificação das máquinas de mobilização periódica do solo. In: MIALHE, L.G. *Máquinas agrícolas*: ensaios & certificação. Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiróz, 1996. p.463-514.

GAMERO, C.A., MACIEL, A.J.S., BOLLER, W. Desempenho energético de um conjunto trator-grade em função do ângulo de travamento das secções e do formato dos discos. *Eng. Agríc*., v.15, p.81-90, 1995.

GAMERO, C.A., BOLLER, W., MACIEL, A.J.S., BICUDO, S.J. Efeito do formato do disco e do ângulo de travamento entre as secções de uma grade operando em solo de textura arenosa. *Eng. Agric*.: Jaboticabal, v.16, n.2, p.42-53, 1996.

GAMERO, C.A., SIQUEIRA, R., LEVIEN, R., SILVA, S. de L. Decomposição da aveia preta (Avena strigosa Schreb.) manejada com rolo faca e triturador de palhas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 26, 1997, Campina Grande. *Anais...* Campina Grande: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola/Universidade Federal de Pernambuco, 1997. (Arquivo MAG 027, editado em cd-rom).

GAZZIERO, D. L. P., BRIGHENTI, A. M., VOLL, E., MACIEL, D. G. Convivência da planta daninha amendoim-bravo (*Euphorbia heterophylla*) com a cultura da soja no Estado do Paraná. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO CENTRAL DO BRASIL, 20, 1998, Londrina. *Atas e resumos*... Londrina: Centro Nacional de Pesquisa de Soja, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 1998. p.378.

GAZZONI, D.L. Efeito de populações de percevejos na produtividade, qualidade de sementes e características agronômicas da soja. *Pesqui. Agropecu. Bras.*, Brasília, v.33, p.1229-37, 1998.

GAZZONI, D. L., FERREIRA, B. C., CAMPO, C. B. H., GOMEZ, D. S., MOSCARD, F., OLIVEIRA, L., CORSO, I. C., PANIZZI, A. R. Desafios do programa de manejo integrado de pragas para a próxima década. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 20, 1998, Londrina. *Anais*... Londrina: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária/ Centro Nacional de Pesquisa da Soja/, 1998. p.275-82.

GONÇALVES, J. R. P. *Efeito de três espécies de adubos verdes cultivados no inverno sobre as propriedades físicas do solo, desenvolvimento de plantas e produção do milho (Zea mays L.) sob cultivos convencional e plantio direto.* Botucatu, 1999. 90p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Agricultura) - Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista.

GOULART, A.C.P. Fungos em sementes de soja: detecção e importância. Dourados: Centro de Pesquisa Agropecuária do Oeste/Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 1997, 58p. (*EMBRAPA/CPAO, Documento n.11*).

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., COSTA, A. M., MARQUES, J. P., MAHL, D., SILVA, A. R. B., PONTES, J. R. V., LEITE, M.A.S., OLIVEIRA, M.F.B., SALVADOR, A. Disponibilidade hídrica e produção de cobertura vegetal na região Central do Estado de São Paulo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 30, 2001, Foz do Iguaçu. *Anais*... Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 2001. (arquivo CONBEA 009, editado em CD-ROM).

HENNING, A.A. Tratamento de sementes de soja. In: CÂMARA, G.M.S. *Soja*: tecnologia da produção. Piracicaba: Ed. Publique, 1998. p.250-5.

HENNING, A. A., FRANÇA NETO, J. B. Uso do DIACOM – Diagnóstico completo da qualidade de semente de soja, para avaliação da germinação de sementes com elevados índices de infecção por *Phomopsis* spp ou *Fusarium semitectum* . In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO CENTRAL DO BRASIL, 20, 1998, Londrina. *Atas e resumos*... Londrina: Centro Nacional de Pesquisa de Soja, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 1998. p. 392-3.

HERNANI, L.C. Sistema de manejo e alterações na fertilidade de um Latossolo Roxo em experimento de longa duração, em Dourados, MS. Dourados: EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA: Centro de Pesquisa Agropecuária do Oeste, 1997, 13p. (*Coleção Plantio Direto n.4*).

HERNANI, L. C., SALTON, J. C. Manejo e conservação do solo. In: EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA: Centro de Pesquisa Agropecuária do Oeste. Milho: informações técnicas. Dourados, 1997. Cap.2. p.39-67, (*Circular técnica,5*).

HOFFMAN, M.L., OWEN, M.D.K., BUHLER, D.P. Effects of crop and weed management on density and vertical distribution of weed seed in soil. *Agron. J*., v.90, n.6, p.793-9, 1998.

HUNGRIA, M., CAMPO. R. J., VARGAS, M. A., CATTELAN, A. J., MENDES, L. C. Microbiologia do solo e produtividade da soja. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 20, 1998, Londrina. *Anais*... Londrina: Centro Nacional de Pesquisa da Soja, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, p.126-36,1999.

HUNT,D. *Farm power machinery*. 6.ed. Iowa: Iowa State University Press, 1974. 323p.

INSTITUTO AGRONÔMICO DE CAMPINAS *Triticale IAC 2 Tarasca*. Disponível em: <http://nimnt.barao.iac.br/ homeiac/produtoseassuntos/ Produtos/ Triticale/ triticale.htm> Acesso em: 5 mar 2000.

INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ. Amostragem de solo para análise química: plantio direto e convencional, culturas perenes, várzeas, pastagens e capineiras. *Cir. Inst. Agron. Paraná*, n.90, p.1-28, 1996.

JONGEBREUR, A. A. Strategic themes in agricultural and bioresource Engineering in the 21st Century. *J. Agric. Eng. Res*., v.76, p.227-36, 2000.

JUSTINO, A. *Desempenho do mecanismo dosador de disco perfurado horizontal na distribuição de sementes de milho (Zea mays L.), em sistema de plantio direto*. Botucatu, 1999. 129p. Tese (Doutorado em Agronomia/Energia na Agricultura) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista.

KISSMANN, K.G. Plantas infestantes e nocivas. In: _____. *Aveia preta (Avena strigosa Schreb)*. São Paulo: BASF. Tomo 1. 1991. p.292-5.

KLEIN, V.A., BOLLER, W., BERTOLOTTI, D.R., CANDATEN, A., DALPAZ, R. Resposta da cultura da aveia a diferentes sistemas de preparo do solo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 22, 1992. Ilhéus. *Anais*... Ilhéus: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira, 1993. p.1800-12.

KLEIN,V. A., BARBOSA, R., SIOTA, T. A., ANESI, A. L. Velocidade de semeadura da soja. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE NGENHARIA AGRÍCOLA, 30, 2001, Foz do Iguaçu. . *Anais*... Foz do Iguaçu: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 2001. (arquivo CONBEA 024, editado em CD-ROM).

KLUTHCOUSKI, J., COBUCCI, T., AIDAR, H. Sistema Santa Fé: integração lavoura-pecuária pelo consórcio de culturas anuais com forrageiras, em áreas de lavoura, nos sistemas plantio direto e convencional. Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão/ Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. 2000. 28p. (*Circular técnica,38*).

KUTZBACH, H. D. Trends in power and machinery. *J. Agric. Eng. Res*., v.76, p.237-47, 2000.

LAFLEN, J.M., AMEMIYA, A., HINTZ, E.A. Measuring crop residue cover. *Soil and Water Conserv.*, v. 36, n. 6, p. 341-3, 1981.

LAL, R. Tillage and agricultural sustainability. *Soil & Tillage Res*., v.20, p.133-46, 1991.

LAMOND, A., WESLEY, M. In-seoson fertilization for high yield soybean production. *Better Crops*, v.85, n.2, p.6-7,11, 2001.

LANÇAS, K.P. *Subsolador: desempenho em função de formas geométricas de hastes, tipos de ponteiras e velocidade de deslocamento.* Botucatu, 1987. 112p. Dissertação (Mestrado em Agronomia / Energia na Agricultura) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista.

LEPSCH, I.F. O inventário do solo com base ao planejamento racional do uso da terra. In: ENCONTRO DO USO DA TERRA NA REGIÃO DO VALE DO PARANAPANEMA: ASPECTOS DE MANEJO DO SOLO, 1, 1994, Assis. *Trabalhos publicados*... Campinas: Fundação Cargill, 1995. p.1-42.

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.

LEVIEN, R., COGO, N.P., ROCHENBACH, C.A. Erosão na cultura do milho em diferentes sistemas de cultivo anterior e métodos de preparo de solo. *Rev. Bras. Cienc. Solo*, Campinas, v.14, n.1, p.73-80, 1990.

LEVIEN, R., MARQUES, J.P., BENEZ, S.H. Desempenho de uma semeadora-adubadora de precisão, em semeadura de milho (Zea mays L), sob diferentes formas de manejo do solo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 28, 1999, Pelotas. *Trabalhos publicados* ... Pelotas: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 1999. (Arquivo MAA 099, editado em CD-ROM).

LEVIEN, R., FURLANI, C.E.A., SIQUEIRA, R., GAMERO, C.A. Desempenho de um triturador de palhas em resíduos culturais de milho. In: CONGRESO LATINOAMERICANO DE INGENIERÍA AGRÍCOLA, 2, INGENIERÍA RURAL Y MECANIZACIÓN AGRARIA EN EL ÁMBITO LATINOAMERICANO, 1, 1998, La Plata. *Trabalhos publicados* ... La Plata: Ed. U.N.L.P., 1998. (Arquivo MAA 073, editado em CD-ROM).

LEVIEN, R., GAMERO, C.A., FURLANI, C.E.A. Manejo mecânico de aveia preta com rolo faca e triturador de palhas tratorizado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 30, 2001, Foz do Iguaçu. *Anais*... Foz do Iguaçu: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 2001. (arquivo CONBEA 009, editado em CD-ROM).

LI,Y., TULLERG, J.N., FREEBAIRN, D. M. Traffic and residue cover effects on infiltration. *Aust. J. Soil Res*., v.39, p.239-47, 2001.

LIMA, E.V. *Alterações dos atributos químicos do solo e resposta da soja à cobertura vegetal e à calagem superficial na implantação do sistema de semeadura direta*. Botucatu, 2001. 125p. Dissertação (Mestrado em Agronomia: Área de Concentração em Agricultura) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista.

LOMBARDI NETO, F. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA, 10, 1994, Florianópolis. *Resumos*... Florianópolis: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1994. p.111-9.

LORENZI, H. Inibição alelopática de plantas daninhas. In:____. *Adubação verde no Brasil*. Fundação Cargill, 1984. p.183-98.

MACHADO, A.L.T. A manutenção de máquinas agrícolas, preventiva ou corretiva, tem um papel decisivo no sucesso de uma safra. *Cultivar Máquinas*: Ceres, n.4, p.12-4, 2001.

MALAVOLTA, E., VITTI, G. C., OLIVEIRA, S. A. *Avaliação do estado nutricional das plantas*: princípios e aplicações. . Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1989. 201p.

MANTOVANI, E. C., OLIVEIRA, A. C., MANTOVANI, B. H. M. Determinação das perdas na colheita mecânica de milho. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 8, 1978, Botucatu. *Anais*... Botucatu: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 1978. p.132-55.

MANTOVANI, E. C.; BERTAUX, S.; ROCHA, F. E. C. Avaliação da eficiência operacional de diferentes semeadoras-adubadoras de milho. *Pesqui. Agrop. Bras.*, v.27, p.1579-86, 1992.

MARQUES, J.P. *Manejo da vegetação espontânea para 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 Agronômicas, Universidade Estadual Paulista.

MARQUES, J.P., LEVIEN, R., BENEZ, S.H. Desempenho operacional de um escarificador, em solo sob vegetação espontânea diferentemente manejada. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 28, 1999, Pelotas. *Trabalhos publicados* ... Pelotas: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 1999a. (Arquivo MAA 097, editado em CD-ROM).

MARQUES, J.P., PONTES, J. R. V., BENEZ, S.H. Desempenho de uma semeadora-adubadora de precisão na semeadura de milho (zea mays l.) em preparo convencional do solo e em semeadura direta. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 28, 1999, Pelotas. *Trabalhos publicados* ... Pelotas: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 1999b. (Arquivo MAA 098, editado em CD-ROM).

MARQUES, J. P., GAMERO, C.A., BENEZ, S. H., PONTES, J. R., GREGO, C. R., SILVA, A. R. B., MAHL, D., LEITE, M. A. S., COSTA, A. M., OLIVEIRA, M. F. B, SALVADOR, A. Formação de cobertura morta do solo em plantio direto: efeito residual do manejo da vegetação espontânea e da escarificação do solo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 30, 2001, Foz do Iguaçu. *Anais*... Foz do Iguaçu: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 2001. (arquivo CONBEA 489, editado em CD-ROM).

MARTINS, O. C., LIMA, R. O, VIVIANI, C. A., BORGES, F. G. Fertilidade do solo da região do Cerrado e produtividade da soja – a utilização do PIDAP (Programa Integrado de Diagnóstico para o Aumento da Produtividade) no manejo da fertilidade. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 20, 1999, Londrina. *Anais*... Londrina: Centro Nacional de Pesquisa da Soja, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 1999. p.119-25.

MARTUCCI, F. G. Escarificador no preparo do solo. *Granja*, n.6, p.44-6, 1985.

MASCARENHAS, H.A.A., TANAKA, R.T. Leguminosas e oleaginosas: soja. Campinas: Instituto Agronômico de Campinas, p.202-3, 1997. (*Boletim Técnico n.100*).

Mc CREERY, W. F., NICHOLS, M. L. The geometry of disks and soil relationships. *Agric. Eng*., v.37, p.808–12, 1956.

McGREGOR, K. C., MUTHLER, C. K., RÖMKENS, M. J. M. Effects of tillage with different crop residue on runoff and soil loss. *Trans.ASAE (Am. Soc. Agric. Eng.)*, v.33, p.469-74, 1990.

MEDINA, J.C. Introdução e evolução da soja no Brasil: primeiras notícias da soja no Brasil. In: MYASAKA, M, MEDINA, J.C. *A soja no Brasil*. 1981. p.17.

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, Fóz do Iguaçú. *Resumos*... Fóz do Iguaçú: Federação de Plantio Direto na Palha, 2000. p.93-4.

MELLO, J.C.A. *Granulometria e doses de calcário domolítico em sistema de plantio convencional e direto, cultivado com milho*. Botucatu, 2001. 94p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/ Agricultura) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista.

MELLO, L.M.M., YANO, E.H. Influência de diferentes sistemas de fragmentação de guandu (*Cajanus cajan* L.) e doses de nitrogênio na cobertura do solo. In : CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 27, 1998, Poços de Caldas. *Anais*... Lavras: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 1998. v.3, p.187-9.

MELLO, L. M. M., TAKAHASHI, C. M., YANO, E. H. Avalição dos efeitos de mecanismos rompedores e rodas compactadoras de semeadora-adubadora para cultura do milho (*Zea mays* L.) em plantio direto. In: CONGRESO INTERNACIONAL DE INGENIERIA AGRICOLA, 6, 2001, Chillán. *Memorias*... Chillán, 2001. v.2, p.107-10.

MESQUITA, C. M. Colheita da soja na região dos cerrados. In: ARANTES, N.E., SOUZA, P.I. M. *Cultura de soja nos cerrados.* Piracicaba : Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1993. p.417-35.

MESQUITA, C. M., COSTA, N. P., PEREIRA, J. E., MAURINA, A. C., ANDRADE, J. G. M. Perfil da colheita mecânica da soja no Brasil: perdas e qualidades físicas do grão relacionadas à características operacionais. In: CONGRESO INTERNACIONAL DE INGENIERIA AGRICOLA, 6, 2001, Chillán. *Memorias...* Chillán, 2001 v.1, p.119-22.

MERTEN, G.H. Contribuição da pesquisa para adaptação do plantio direto com tração animal – experiência do IAPAR. In: PEIXOTO, R.T.G., AHRENS, D.C., SAMAHA, M.J. *Plantio direto*: o caminho para uma agricultura sustentável. Ponta Grossa: Instituto Agronômico do Paraná, 1997. p.85-100.

MIELNICZUK, J. Potencialidade e perspectivas de uso de culturas de cobertura e rotações de culturas como prática de conservação do solo. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA, 10, 1994, Florianópolis. *Resumos...* Florianópolis: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1994. p.101-4.

MIYASAKA, S. Histórico de estudos de adubação verde, leguminosas viáveis e suas características. In: FUNDAÇÃO CARGILL. *Adubação verde no Brasil.* Campinas, 1984. p.64-123.

MORETE, C. G. B., VIDOR, C., MENDES, N.G. Alteração na temperatura do solo pela cobertura morta e irrigação. *Rev. Bras. Ciênc. Solo,* v.14, p.81-4, 1990.

MUNDSTOCK, C. M. *Cultivo dos cereais de estação fria*: trigo, aveia, centeio, alpiste e triticale. Porto Alegre. 1983. p.29-30.

MUNDSTOCK, C.M., BREDEMEIER, C. Disponibilidade de nitrogênio e sua relação com o afilhamento e o rendimento de grãos de aveia. *Ciência Rural,* Santa Maria, v.31, n.2, p.205-11, 2001.

NAKAGAWA, J., CAVARIANI, C., MACHADO, J. R. Efeitos da dose e da época de aplicação de N na produção e qualidade de sementes de aveia preta. *Científica*, São Paulo, v.23, n.1, p.31-43, 1995.

NAKAGAWA, J., CAVARIANI, C., MACHADO, J.R. Efeito de doses de nitrogênio, aplicadas no perfilhamento, sobre a produção e a qualidade de sementes de aveia preta. *Cultura Agronômica*, Ilha Solteira, v.8, n.1, p.39-52, 1999.

NOVAK, L. R., MARTYN, P. J., MANTOVANI, E.C., FERNANDES, B. Efeito do trafego e da pressão de contato pneu/solo na compactação de um Latossolo Vermelho-escuro Álico, em dois níveis de umidade. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 18, 1989, Recife. *Anais...* Recife: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 1989. v.1, p.520-38.

OLIVEIRA, L.A.A., VIANA, A.R., RIBAS FILHO, S.B. Efeito da rotação com soja na cana-de-açúcar. *Empresa de Pesquisa Agropecuária do Estado do Rio de Janeiro*, 1997 (Comunicado técnico).

OLIVEIRA, M.F., ALVARENGA, R.C., OLIVEIRA, A.C., CRUZ, J.C. Efeito da palha e da mistura atrazine e metalachlor no controle de plantas daninhas na cultura do milho, em sistemas de plantio direto. *Pesq. Agropec. Bras.*, v.36, n.1, p.37-41, 2001.

OLIVEIRA, M.L., VIEIRA, L.B., MANTOVANI, E.C., SOUZA, C.M., DIAS, G.P. Desempenho de uma semeadora-adubadora para plantio direto em dois solos com diferentes tipos de cobertura vegetal. *Pesq. Agropec. Bras.*, Brasília, v.35, n.7, p.1455-63, 2000.

OLNESS, A., RINKE, J., HUNG, H., EVANS, S. D. Effect of tillage on redox potential of a Silt Loam Soil. *Soil Sci.*, v.148, n.4, p.265-74, 1989.

ORLANDO, R.C., VIEIRA, L.B., BARBOSA, J.A. Análise de variabilidade do índice de cone para diferentes níveis de teor de água do solo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 27, 1998, Poços de Caldas. *Anais*... Poços de Caldas: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 1998. v.3, p.268-70.

ORTIZ-CAÑAVATE, J. *Las maquinas agricolas y su aplicacion.* Madrid: Mundi-Prensa, 1980. 490p.

ORTOLANI, A. F., COAN, O., BENINCASA, M., BANZATO, D. A. Manejo do solo agrícola durante dez anos com a cultura do milho (*Zea mays* L.) – II Efeito sobre a cultura. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 20, 1991, Londrina. *Anais*... Londrina: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola/Instituto Agronômico do Paraná, 1992. p.763-86.

OZI, J. Suprimento de energia de alimentos: países desenvolvidos e em desenvolvimento, comparados. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 11, 1978. *Anais*... Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola. 1978. v.1, p.77-92.

PECHE FILHO, A., STORINO, M., LINO, A.C.L. Roteiro metodológico para avaliação da fragmentação realizada por picadores, rolos-facas, roçadoras e grades de discos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 25/CONGRESO LATINOAMERICANO DE INGENIERÍA AGRICOLA, 2, 1996, Bauru. *Anais*... Bauru: Faculdade de Engenharia e Tecnologia/Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola/Associación Latioamericana de Ingeniería Agricola, 1996. p.462. (Arquivo McA429, editado em CD-ROM).

PHIRI, S., BARRIOS, E., RAO, I. M., SINGH, B. R. Changes in soil organic mattter and phosphorus fractions under planted fallows and a crop rotation system on a Colombian volcanic – ash soil. *Plant Soil*, v.231, n.211-23, 2001.

PIMENTEL. D., HURD, L.E., BERLOTTI, A.C., FOSTER, M.J., OKA, I.N., SHOLES, O.D., WHITMAN, R.J. Food production and energy crisis. *Science*. p.443-9, n.182, 1973.

PINHEIRO NETO, R. *Efeito da umidade dos grãos e das regulagens do mecanismo de trilha nas perdas quantitativas e qualitativas na colheita mecanizada de soja* (*Glycine max* (L.) Merrill). Botucatu, 1999. 95p. Tese (Doutorado em Agronomia/Energia na Agricultura) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista.

PITOL, C. Espécies para cobertura do solo no Mato Grosso do Sul. In: EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGRAPECUÁRIA/Centro Nacional de Pesquisa de Trigo/ FUNDAÇÃO CENTRO DE EXPERIMENTAÇÃO E PESQUISA/FECOTRIGO, FUNDAÇÃO ABC. *Plantio direto no Brasil*. Passo Fundo, 1993. p.163-6.

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 Agronômicas, Universidade Estadual Paulista.

PONTES, J.R.V., BENEZ, S.H., GAMERO, C.A., MARQUES, J.P., GREGO, C.R., MAHL, D., SILVA, A.R.B., LEITE, M.A.S., COSTA, A.M. Efeito da escarificação e do manejo da vegetação espontânea na produtividade da cultura da soja, visando a implantação do sistema plantio direto. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 30, 2001, Foz do Iguaçu. *Anais*... Foz do Iguaçu: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 2001. (arquivo CONBEA 489, editado em CD-ROM).

POPINIGS, F. Avaliação da qualidade fisiológica. In:____. *Fisiologia da semente.* Brasília: Agiplan, 1985. p.249-89.

PORTELLA, J. A., SATTLER, A., FAGANELLO, A. Efeito da velocidade de trabalho sobre o desempenho de mecanismos dosadores de sementes do tipo alveolado horizontal na semeadura de milho. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 27, 1998, Poços de Caldas. Anais... Poços de Caldas: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 1998. v.3, p.43-45.

POTAFOS *Como a planta de soja se desenvolve*. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e Fosfato: s.d. (Arquivo do Agrônomo n.11).

PRASAD, J. A comparison beteween a rotavator and conventional tillage equipament for wheat-soybean rotations on a vertisol Central India. *Soil Tillage Res.*, v.37, n.213, p.191-9, 1996.

PURÍSSIMO, C. Experiências do manejo de plantas daninhas no Sul/ Sudeste do Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 21, 1997, Caxambu. *Palestras e Mesas redondas...* Viçosa: Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas, 1997. p.33–5.

RAMOS, V. J. Doenças, colheita e utilização. In: BRINHOLI, O. *Cultura da aveia*. Botucatu: Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, 1995. p.145-71.

RAIJ, B. Van, QUAGGIO, J.A. Métodos de análise de solo para fins de fertilidade. Campinas: Instituto Agronômico de Campinas, p.1-31, 1983. (*Boletim Técnico n.81*).

RAIJ, B. Van, CANTARELLA, H., QUAGGIO, J.A., FURLANI, A.M.C. Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo. Campinas: Instituto Agronômico de Campinas, 1996. 285p. (*Boletim Técnico n.100*).

RIERA, E.A. Resistencia a penetración y contenido de humedad de um suelo en siembra directa. In: BALBUENA, R.H., BENEZ, S.H., JORAJURÍA, D. *Avances en el manejo del suelo y agua en la ingeniería rural Latinoamericana*. La Plata, 1998. p.75-81.

RODRIGUES, B. N. Influência da cobertura morta no comportamento de herbicidas. . In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO CENTRAL DO BRASIL, 20, 1998, Londrina. *Atas e resumos...* Londrina: Centro Nacional de Pesquisa de Soja, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 1998. p.385.

ROMEIRO, A. R. Agricultura sustentável e tecnologia. In: PEIXOTO, J. R. T. G., AHRENS, D. C., SAMAHA, M. J. *Plantio direto*: o caminho para uma agricultura sustentável. Ponta Grossa: Instituto Agronômico do Paraná, 1997. p.2-8.

ROSOLEM, C. A., MACHADO, J. R., RIBEIRO, D. B. O. Formas de potássio no solo e nutrição potássica da soja. *Rev. Bras. Ciênc. Solo*, v.12, p.121-5, 1988.

ROSOLEM, C.A., ALMEIDA, A.C.S., SACRAMENTO, L.V.S. Sistema radicular e nutrição da soja em função da comptactação do solo. *Bragantia*, Campinas, v.53, p.259-66, 1994.

ROSOLEM, C. A., MARUBAYASHI, O. M., THIAGO, W. M. Significância de formas não trocáveis de potássio na nutrição da soja. *Científica*: São Paulo, v.24, p.263-74, 1996.

ROSS, S. M., KING, J. R., IZAURRALDE, R. C., O'DONOVAN, J. Weed suppression by seven clover species. *Agron. J.*, v.93, p.820-7, 2001.

ROTSTEIN, J. *Brasil século XXI.* Rio de Janeiro: Espaço e Tempo, 1996. 141p.

SÁ, J. C. N. Manejo da fertilidade do solo no sistema plantio direto. In*: Plantio direto no Brasil.* EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA/ Centro Nacional De Pesquisa Trigo, FUNDAÇÃO CENTRO DE EXPERIMENTAÇÃO E PESQUISA/ FECOTRIGO, FUNDAÇÃO ABC. Passo Fundo: Aldeia Norte, p.37-60, 1993.

SALET, R. L., VARGAS, L. K., ANGHINONI, I., KOCHLANN, R. A., DENARDIN, J. E., CONTE, E. Porque a disponibilidade de nitrogênio é menor no sistema plantio direto? In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DO SISTEMA PLANTIO DIRETO, 2, Passo Fundo, 1997. *Anais*... Passo Fundo: Centro Nacional de Pesquisa de Trigo/Embresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 1997. p.217-9.

SALVADOR, N. *Consumo de energia na operação de subsolagem realizada antes e depois de sistemas de preparo periódico do solo*. Botucatu, 1992. 166p. Tese (Doutorado em Agronomia/Energia na Agricultura) - Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista.

SALVADOR, N., BENEZ, S.H., BICUDO, S.J. Preparo periódico do solo: desempenho operacional e mobilização do solo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 22, 1993, Ilhéus. *Anais* ... Ilhéus: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira, 1993. p.1710-21.

SANTON, J.C., KICHEL, A.N. *Milheto:* alternativa para cobertura do solo e alimentação animal. Dourados: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 1997. "não pag".

SANTOS, J.R. *Produção de grãos, estabilidade de agregados e frações de 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 – Área de Concentração em Agricultura) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista.

SANTOS, J.R., MARQUES, J.P., LIMA, C.L.C., BICUDO, S.L. Preparos reduzidos para a cultura do milho (*Zea mays* L.). In: CONGRESO LATINOAMERICANO DE INGENIERÍA AGRICOLA, 2, INGENIERÍA RURAL Y MECANIZACIÓN AGRARIA EN EL ÁMBITO LATINOAMERICANO, 1, 1998, La Plata. *Trabalhos publicados*... La Plata: UNLP, 1998. p.165-70.

SANTOS, H.P., TOMM, G.O., LHAMBY, J.C.B. Plantio direto versus convencional: efeito na fertilidade do solo e no rendimento de grãos de culturas em rotação com cevada. *Rev. Bras. Cienc. Solo*, v.19, p.449-54, 1995.

SANTOS, S. R., WEIRICH NETO, P. H., WOBETO, C., FEY, E. Perdas de sementes no processo de semeadura de soja (*Glycine max* L. Merril) em semeadura direta. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 30, 2001, Foz do Iguaçu. *Anais*... Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 2001. (Arquivo CONBEA 077, editado em CD-ROM).

SARAIVA, O. F., TORRES,E. Cobertura do solo e incorporação de restos de culturas condicionados por sistemas de preparo do solo. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO CENTRAL DO BRASIL, 20, 1998, Londrina. *Atas e resumos*... Londrina: Centro Nacional de Pesquisa de Soja, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 1998. p.203-4.

SCALÉA, M. J. Experiências do manejo de plantas daninhas nas condições do cerrado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 21, 1997, Caxambu. *Palestras e Mesas redondas*... Viçosa: Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas, 1997. p.29–31.

SECCO, D., REINERT, D.J. Eficiência operacional de escarificadores em Latossolo Vermelho-Escuro sob plantio direto. *Eng. Agric*., v.16, p.43-51, 1997.

SEIFERT, G., VOLL,E. Cobertura de aveia e calagem sobre *Euphorbia heterophylla* L em semeadura direta de soja. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 20, 1999, Londrina. *Anais*... Londrina: Centro Nacional de Pesquisa da Soja, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 1999. p.399 (Trabalho 178).

SERPA, F. M., MAGALHÃES, P. S. G. Estimativa de esforços em ferramentas estreitas para o preparo do solo. *Eng. Agríc*. v. 17, p. 62-73, 1997.

SIDIRAS, N., PAVAN, M. A. Influência do sistema de manejo na temperatura do solo pela cobertura morta e irrigação. *Rev. Bras. Ciênc. Solo*, v.10, p.181-4, 1986.

SHAPIRO, C. A., HOLSHOUSER, D. L., KRANZ, W. L., SHELTON, D. P., WITKOWSKI, J. F., JARVI, K. J., ECHTENKAMP, G. W., LUNZ, L. A., FRERICHS, R. D., BRENTLINGER, R. L., LUBBERSTEDT, M. A., McVEY, M., STROUP, W. W. Tillage and management alternatives for returning Conservation Reserve Program lang to crop. *Agron. J.*, v.93, p.850-62, 2001.

SILVA, R.H. *Crescimento radicular e nutrição da soja (Glycine Max L.) em função da cultura anterior e da compactação em Latossolo Vermelho-escuro.* Botucatu, 1998. 80p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Agricultura) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista.

SILVA, S.L. *Projeto e construção de um sistema de aquisição de dados para avaliação do desempenho energético de máquinas e implementos agrícolas*. Botucatu, 1997. 148p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Energia na 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 sements em diferentes velocidades de deslocamento. *Botucatu, 2000. 113p. Tese (Doutorado em Agronomia/Energia na Agricultura) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista.*

SILVA, S.L., BENEZ, S.H. Construção de um sistema de aquisição de dados para avaliação do desempenho energético de máquinas e implementos agrícolas em ensaios de campo. *Energ. Agric. (Botucatu)*, v.12, n.3, p.10-5, 1997.

SILVA, S. L., RICIERI, R. P., PEREIRA, J. O., BENEZ, S. H. Sistema de aquisição de dados para ensaios de campo: comparação da força de tração média obtida com Micrologger 21X e Milivoltímetro na operação de escarificação. In: CONGRESO INTERNACIONAL DE INGENIERIA AGRICOLA, 6, 2001, Chillán. *Memorias...* Chillán, 2001 v.2, p.145-8.

SILVEIRA, G. M. *As máquinas para plantar*. Rio de Janeiro: Globo, 1989. 257p.

SILVEIRA, J.O., MOREIRA, F.M.S. Microbiologia do solo e a sustentabilidade agrícola: enfoque em fertilidade do solo e nutrição vegetal. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 12, 1996, Manaus. *Palestras...* Manaus: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1996. p.1-43.

SILVEIRA, P.M., STONE, L.F. Teores de nutrientes e de matéria orgânica afetados pela rotação de culturas e sistemas de preparo do solo. *Rev. Bras. Cienc. Solo*, Campinas, v.25, n.2, p.387-94, 2001.

SILVEIRA, P.M., ZIMMERMANN, F.J.P., SILVA, S.C., CUNHA, A.A. Amostragem e variabilidade espacial de características químicas de um Latossolo submetido a diferentes sistemas de preparo. *Pesqui. Agropecu. Bras.*, Brasília, v.35, p.2057-64, 2000.

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.

SIQUEIRA, R., BOLLER, W., GAMERO, C.A. Eficiência e consumo de energia de um triturador de pallhas em diferentes coberturas vegetais. Eng. Agric. V.17, p.7-16, 1997.

SIQUEIRA, R., ARAÚJO, A. G., CASÃO JUNIOR, R., RALISCH, R. Desempenho energético de semeadoras-adubadoras de plantio direto na implantação da cultura da soja (*Glycine max* L.). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 30, 2001, Foz do Iguaçu. *Anais...* Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 2001a. (Arquivo CONBEA 233, editado em CD-ROM).

SIQUEIRA, R., CASÃO JR, R., ARAÚJO, A.G. Semeadoras: escolha certa. *Cultivar Máquinas*: Ceres, ano 1, n.4, p.15-19, 2001b.

SKORA NETO, F. Manejo de plantas daninhas. In: DAROLT, M. R. Plantio direto: pequena propriedade sustentável. *Circ. Inst. Agron. Paraná*, n.101, p.127-58, 1998.

SOJA: *Uma caminhada sem fim: como a soja conquistou o mundo e o Brasil* [s.l.]: Fundação Cargill, [199?]. 95p.

SOUZA, D.M.G., LOBATO, E., MIRANDA, L.N. Correção do solo e adubação da cultura da soja. In: ARANTES, M.E., SOUZA, P.I.M. *Cultura da soja nos cerrados*. Piracicaba: Associação Brasileira de Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1993. p.187-58.

SOUZA, C. F., MATSURA, E. E., OR, D., COLOMBO, A., TESTEZLAF, R. Avaliação de modelos de infiltração da água no solo para o dimensionamento da irritação por gotejamento. In: CONGRESO INTERNACIONAL DE INGENIERIA AGRICOLA, 6, 2001, Chillán. *Memorias...* Chillán, 2001. v.2, p.173-176.

SRISVASTAVA, A., GOERING, C., ROHRBACH, R. Engineering principles of agricultural machines. Michigan: *ASAE Textbook*, n.6, 601p, 1993.

TANAKA, E.M. *Carreta de transbordo para cana-de-açucar (Saccharium spp): efeito da condição de solo, do tipo de rodado e da velocidade de deslocamento*. Botucatu, 2001. 95p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Energia na Agricultura) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista.

TANAKA, R.T., MASCARENHAS, H.A.A., BORKERT, C.M. Nutrição mineral da soja. In: ARANTES, N.E., SOUZA, P.J.M. *Cultura da soja nos cerrados*: simpósio sobre cultura da soja no cerrado. Piracicaba: Associação Brasileira de Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1993. p.105-35.

TAVARES FILHO, J., ROMANO, D., ALMEIDA, M. V. P., RALISCH, R. Avaliação da evolução da resistência de um solo argiloso à penetração sob plantio direto. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 28, 2001, Londrina. *Anais...* Centro Nacional de Pesquisa de Soja, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Londrina, 2001, p.27.

THANGAVADIVELU, S. Soil response to track and wheel tractor traffic. *J. Teramechanics*, v.31, n.1, p.41-50, 1994.

TORMENA, C. A. ROLOFF, G. Dinâmica da resistência à penetração de um solo sob plantio direto. *Rev. Bras. Ciênc. Solo*, v.20, p.333-9, 1996.

TORRES, E., SARAIVA, O. F. Comportamento da compactação do solo no plantio direto e avaliação do seu efeito sobre o desenvolvimento do sistema radicular e produtividade de cultivares de soja. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO CENTRAL DO BRASIL, 20, 1998, Londrina. *Atas e resumos*... Londrina: Centro Nacional de Pesquisa de Soja, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 1998a. p.196-7.

TORRES, E., SARAIVA,O. F. Avaliação de sistemas de preparo do solo na cultura da soja. . In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO CENTRAL DO BRASIL, 20, 1998, Londrina. *Atas e resumos*... Londrina: Centro Nacional de Pesquisa de Soja, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 1998b. p.197.

TOKURA, A. M., NETO, A. E. F., GOMES, P. C., TOKURA, L. K. Influência da disponibilidade de fósforo em sistema de semeadura direta. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 30, 2001, Foz do Iguaçu. *Anais*... Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola. (Arquivo CONBEA 30, editado em CD-ROM).

TULLBERG, J. N., ZIEBARTH, P. J., LI, Y. Tillage and traffic effects on runoff. *Aust. J. Soil Res*., v.39, p.249-57, 2001.

URCHEI, M. A., RODRIGUES, J. D., STONE, L.F. Análise de crescimento de duas cultivares de feijoeiro sob irrigação, em plantio direto e preparo convencional. *Pesqui. Agropecu.* Bras., v.35, p.497-506, 2000.

VAN DEN BERG, H. Custo da mecanização agrícola: novembro/97. *Batavo*, v.5, n.73, p.36, 1997.

VELHO, G. F., BRIX, H. D. Avaliação do herbicida tepraloxidim na cultura da soja (*Glycine max*). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 20, 1999, Londrina. *Anais*... Londrina: Centro Nacional de Pesquisa da Soja, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 1999. *(Trabalho n.187),* p.404.

VIEIRA, R. Testes de vigor utilizados para sementes de soja no Brasil na atualidade. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 20, 1999, Londrina. *Anais*... Londrina: Centro Nacional de Pesquisa da Soja, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 1999. p.227-32.

VITTI, G.C., LUZ, P.H.C. Manejo químico do solo para alta produtividade da soja. In: CÂMARA, G.M.S. *Soja*: tecnologia da produção. Piracicaba: Ed. Publique, 1998. p.84-112.

VOLTAN, R.B.Q., NOGUEIRA, S.S., MIRANDA, M.A.C. Aspectos da estrutura da raiz e do desenvolvimento de plantas de soja em solos compactados. *Pesqui. Agropecu. Bras.*, Brasília, v.35, p.929-38, 2000.

WOBETO, C., ROVANI, O., CAUS, S., GRUSKA, M., SAAD, F., STUTZ, B., FONTOURA, S. M. V. Resposta da soja à aplicação de molibdênio via tratamento de sementes, na região de Guarapuava. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO CENTRAL DO BRASIL, 20, 1998, Londrina. *Atas e resumos*... Londrina: Centro Nacional de Pesquisa de Soja, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 1998. p.374-5.

ZAGONEL, J., VENÂNCIO, K. H. D. S., FERREIRA FILHO, W. Efeito da época de controle de plantas daninhas sobre o desenvolvimento da soja. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 20, 1999, Londrina. *Anais*... Londrina: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária/Centro Nacional de Pesquisa da Soja, 1999. *(Trabalho 193)*, p.407.

APÊNDICE: Dados originais

Abreviaturas empregadas:

Cada parcela experimental foi representada por cinco letras e um número.

Primeira e segunda letra - representam o sistema de manejo do solo:

- Pd = Plantio Direto
- Pr = Preparo Reduzido
- Co = Preparo convencional do solo

Terceira e quarta letra - representam o sistema de manejo da cobertura de entressafra:

- Rf = manejo com rolo faca
- Tp = manejo com triturador de palhas
- He = manejo com hebicida
- Po = pousio

Quinta letra e o número - representam a repetição ou bloco

- R1 = repetição ou bloco 1
- R2 = repetição ou bloco 2
- R3 = repetição ou bloco 3
- R4 = repetição ou bloco 4

Obs: V**n** é a identificação para a variável de número **n**.

APÊNDICE – continuação

V1 = temperatura do solo (3 cm de profundidade), no dia 26/12/99 (9DDS), às 8 horas.
V2 = temperatura do solo(3 cm de profundidade), no dia 26/12/99 (9DDS), às 9 horas.
V3 = temperatura do solo (3 cm de profundidade), no dia 26/12/99 (9DDS), às 10 horas.
V4 = temperatura do solo (3 cm de profundidade), no dia 26/12/99 (9DDS), às 11 horas.
V5 = temperatura do solo (3 cm de profundidade), no dia 26/12/99 (9DDS), às 12 horas.
V6 = temperatura do solo (3 cm de profundidade), no dia 26/12/99 (9DDS), às 13 horas.
V7 = temperatura do solo (3 cm de profundidade), no dia 26/12/99 (9DDS), às 14 horas.
V8 = temperatura do solo (3 cm de profundidade), no dia 26/12/99 (9DDS), às 15 horas.
V9 = temperatura do solo (3 cm de profundidade), no dia 26/12/99 (9DDS), às 16 horas.
V10 = temperatura do solo (3 cm de profundidade), no dia 26/12/99 (9DDS), às 17 horas.
V11 = temperatura do solo (3 cm de profundidade), no dia 26/12/99 (9DDS), às 18 horas.

V12 = Amplitude térmica no solo (3 cm de profundidade), das 8 às 18 horas no dia 26/12/99.

V13 = temperatura do solo (3 cm de profundidade), no dia 27/01/00 (40DDS), às 8 horas.
V14 = temperatura do solo(3 cm de profundidade), no dia 27/01/00 (40DDS), às 9 horas.
V15 = temperatura do solo (3 cm de profundidade), no dia 27/01/00 (40DDS), às 10 horas.
V16 = temperatura do solo (3 cm de profundidade), no dia 27/01/00 (40DDS), às 11 horas.
V17 = temperatura do solo (3 cm de profundidade), no dia 27/01/00 (40DDS), às 12 horas.
V18 = temperatura do solo (3 cm de profundidade), no dia 27/01/00 (40DDS), às 13 horas.
V19 = temperatura do solo (3 cm de profundidade), no dia 27/01/00 (40DDS), às 14 horas.
V20 = temperatura do solo (3 cm de profundidade), no dia 27/01/00 (40DDS), às 15 horas.
V21 = temperatura do solo (3 cm de profundidade), no dia 27/01/00 (40DDS), às 16 horas.
V22 = temperatura do solo (3 cm de profundidade), no dia 27/01/00 (40DDS), às 17 horas.
V23 = temperatura do solo (3 cm de profundidade), no dia 27/01/00 (40DDS), às 18 horas.

V24 = Amplitude térmica no solo (3 cm de profundidade), das 8 às 18 horas no dia 27/01/00.

V25 = Triticale – número de plantas por metro.
V26 = Triticale – matéria seca da parte aérea ($kg.ha^{-1}$).
V27 = Triticale – matéria seca da parte aérea ($g.planta^{-1}$)
V28 = Triticale – número de espigas por metro.
V29 = Triticale – número de perfilhos por metro.
V30 = Triticale – produtividade de grãos ($kg.ha^{-1}$).
V31 = Triticale – cobertura do solo antes do preparo ($kg.ha^{-1}$).
V32 = Triticale – cobertura do solo após a semeadura ($kg.ha^{-1}$).
V33 = Triticale – cobertura do solo na colheita ($kg.ha^{-1}$).
V34 = Triticale – teor de água no solo (0 – 10 cm,) na semeadura ($g.kg^{-1}$).

V35 = Milheto – teor de água no solo (0 – 10 cm), na semeadura ($g.kg^{-1}$).
V36 = Milheto – teor de água no solo (10 – 20 cm), na semeadura ($g.kg^{-1}$).
V37 = Milheto – porcentagem da cobertura do solo um dia após a semeadura.
V38 = Milheto – cobertura vegetal morta aos 63 DDS ($kg.ha^{-1}$).

APÊNDICE – continuação

V39 = Milheto – cobertura vegetal viva aos 63 DDS ($kg.ha^{-1}$).
V40 = Milheto – cobertura vegetal morta + viva aos 63 DDS ($kg.ha^{-1}$).

V41 = Soja 99/00 – cobertura morta da solo aos 4 DDS (%).
V42 = Soja 99/00 – cobertura morta da solo aos 7 DDS ($kg.ha^{-1}$).
V43= Soja 99/00 – cobertura morta da solo aos 40 DDS ($kg.ha^{-1}$).
V44 = Soja 99/00 – cobertura morta da solo aos 71 DDS ($kg.ha^{-1}$).
V45 = Soja 99/00 – cobertura morta da solo aos 100 DDS ($kg.ha^{-1}$).
V46 = Soja 99/00 – cobertura morta da solo aos 127 DDS ($kg.ha^{-1}$).

V47 = Soja 99/00 – teor de água no solo (0 –10 cm), aos 60 DDS ($g.kg^{-1}$).
V48 = Soja 99/00 – teor de água no solo (10 –20 cm), aos 60 DDS ($g.kg^{-1}$).
V49 = Soja 99/00 – teor de água no solo (20 –30 cm), aos 60 DDS ($g.kg^{-1}$).

V50 = Soja 99/00 – resistência do solo à penetração (MPa), aos 5 cm de prof., na linha.
V51 = Soja 99/00 – resistência do solo à penetração (MPa), aos 10 cm de prof., na linha.
V52 = Soja 99/00 – resistência do solo à penetração (MPa), aos 15 cm de prof., na linha.
V53 = Soja 99/00 – resistência do solo à penetração (MPa), aos 20 cm de prof., na linha.
V54 = Soja 99/00 – resistência do solo à penetração (MPa), aos 25 cm de prof., na linha.
V55 = Soja 99/00 – resistência do solo à penetração (MPa), aos 30 cm de prof., na linha.
V56 = Soja 99/00 – resistência do solo à penetração (MPa), aos 35 cm de prof., na linha.
V57 = Soja 99/00 – resistência do solo à penetração (MPa), aos 40 cm de prof., na linha.

V58 = Soja 99/00 – resistência do solo à penetração (MPa), aos 5 cm de prof., na entrelinha.
V59 = Soja 99/00 – resistência do solo à penetração (MPa), aos 10 cm de prof., na entrelinha.
V60 = Soja 99/00 – resistência do solo à penetração (MPa), aos 15 cm de prof., na entrelinha.
V61 = Soja 99/00 – resistência do solo à penetração (MPa), aos 20 cm de prof., na entrelinha.
V62 = Soja 99/00 – resistência do solo à penetração (MPa), aos 25 cm de prof., na entrelinha.
V63 = Soja 99/00 – resistência do solo à penetração (MPa), aos 30 cm de prof., na entrelinha.
V64 = Soja 99/00 – resistência do solo à penetração (MPa), aos 35 cm de prof., na entrelinha.
V65 = Soja 99/00 – resistência do solo à penetração (MPa), aos 40 cm de prof., na entrelinha.

APÊNDICE – continuação

V66 = soja 99/00 – índice de velocidade de emergência, cultuvar CO-201.
V67 = soja 99/00 – índice de velocidade de emergência, cultuvar IAC-17.
V68 = soja 99/00 – índice de velocidade de emergência, cultuvar CO-201, linha de semeadura 1.
V69 = soja 99/00 – índice de velocidade de emergência, cultuvar CO-201, linha de semeadura 2.
V70 = soja 99/00 – índice de velocidade de emergência, cultuvar CO-201, linha de semeadura 3.
V71 = soja 99/00 – índice de velocidade de emergência, cultuvar CO-201, linha de semeadura 4.
V72 = soja 99/00 – índice de velocidade de emergência, cultuvar CO-201, linha de semeadura 5.
V73 = soja 99/00 – índice de velocidade de emergência, cultuvar CO-201, linha de semeadura 6.
V74 = soja 99/00 – índice de velocidade de emergência, cultuvar IAC-17, linha de semeadura 1.
V75 = soja 99/00 – índice de velocidade de emergência, cultuvar IAC-17, linha de semeadura 2.
V76 = soja 99/00 – índice de velocidade de emergência, cultuvar IAC-17, linha de semeadura 3.
V77 = soja 99/00 – índice de velocidade de emergência, cultuvar IAC-17, linha de semeadura 4.
V78 = soja 99/00 – índice de velocidade de emergência, cultuvar IAC-17, linha de semeadura 5.
V79 = soja 99/00 – índice de velocidade de emergência, cultuvar IAC-17, linha de semeadura 6.

V80 = soja 99/00 – matéria seca da parte aérea ($kg.ha^{-1}$), do cultivar CO-201, aos 40 DDS.
V81 = soja 99/00 – matéria seca da parte aérea ($kg.ha^{-1}$), do cultivar IAC-17, aos 40 DDS.
V82 = soja 99/00 – matéria seca da parte aérea ($kg.ha^{-1}$), do cultivar CO-201, aos 71 DDS.
V83 = soja 99/00 – matéria seca da parte aérea ($kg.ha^{-1}$), do cultivar IAC-17, aos 71 DDS.
V84 = soja 99/00 – matéria seca da parte aérea ($kg.ha^{-1}$), do cultivar CO-201, aos 100 DDS.
V85 = soja 99/00 – matéria seca da parte aérea ($kg.ha^{-1}$), do cultivar IAC-17, aos 100 DDS.
V86 = soja 99/00 – matéria seca da parte aérea ($kg.ha^{-1}$), do cultivar CO-201, aos 127 DDS.
V87 = soja 99/00 – matéria seca da parte aérea ($kg.ha^{-1}$), do cultivar IAC-17, aos 127 DDS.

APÊNDICE – continuação

V88 = soja 99/00 – produtividade de grãos ($kg.ha^{-1}$), do cultivar CO-201.
V89 = soja 99/00 – matéria seca da parte aérea ($kg.ha^{-1}$), do cultivar IAC-17.

V90 = aveia 2000 – teor de água no solo ($g.kg^{-1}$), no preparo, de 0 a 10 cm.
V91 = aveia 2000 – teor de água no solo ($g.kg^{-1}$), no preparo, de 10 a 20 cm.
V92 = aveia 2000 – teor de água no solo ($g.kg^{-1}$), no preparo, de 20 a 30 cm.
V93 = aveia 2000 – teor de água no solo ($g.kg^{-1}$), na semeadura, de 0 a 10 cm.
V94 = aveia 2000 – teor de água no solo ($g.kg^{-1}$), no preparo, de 0 a 10 cm.
V95 = aveia 2000 – teor de água no solo ($g.kg^{-1}$), no preparo, de 10 a 20 cm.
V96 = aveia 2000 – teor de água no solo ($g.kg^{-1}$), no preparo, de 20 a 30 cm.

V97 = aveia 2000 – cobertura morta do solo (%), após o preparo.
V98 = aveia 2000 – cobertura morta do solo (%), após a semeadura.
V99 = aveia 2000 – cobertura morta do solo ($kg.ha^{-1}$), aos 25 DDS.
V100 = aveia 2000 – cobertura morta do solo ($kg.ha^{-1}$), aos 50 DDS.
V101 = aveia 2000 – cobertura morta do solo ($kg.ha^{-1}$), aos 75 DDS.
V102 = aveia 2000 – cobertura morta do solo ($kg.ha^{-1}$), aos 90 DDS.
V103 = aveia 2000 – cobertura morta do solo (%), após o manejo da aveia preta.
V104 = aveia 2000 – matéria seca da parte aérea ($kg.ha^{-1}$), aos 25 DDS.
V105= aveia 2000 – matéria seca da parte aérea ($kg.ha^{-1}$), aos 50 DDS.
V106 = aveia 2000 – matéria seca da parte aérea ($kg.ha^{-1}$), aos 75 DDS.
V107 = aveia 2000 – matéria seca da parte aérea ($kg.ha^{-1}$), aos 90 DDS.

V108 = soja 00/01 – teor de água do solo ($g.kg^{-1}$), no preparo, de 0 a 10 cm.
V109 = soja 00/01 – teor de água do solo ($g.kg^{-1}$), no preparo, de 10 a 20 cm.
V110 = soja 00/01 – teor de água do solo ($g.kg^{-1}$), na semeadura, de 0 a 10 cm.
V111 = soja 00/01 – teor de água do solo ($g.kg^{-1}$), na semeadura, de 10 a 20 cm.

APÊNDICE – continuação

V112 = soja 00/01 – teor de água do solo ($g.kg^{-1}$), aos 47 DDS, de 0 a 10 cm.
V113 = soja 00/01 – teor de água do solo ($g.kg^{-1}$), aos 47 DDS, de 10 a 20 cm.

V114 = soja 00/01 – cobertura morta do solo (%), após o preparo.
V115 = soja 00/01– cobertura morta do solo (%), após a semeadura.
V116 = soja 00/01 – cobertura morta do solo ($kg.ha^{-1}$), aos 30 DDS.
V117 = soja 00/01 – cobertura morta do solo ($kg.ha^{-1}$), aos 47 DDS.
V118 = soja 00/01 – cobertura morta do solo ($kg.ha^{-1}$), aos 69 DDS.
V119 = soja 00/01 – cobertura morta do solo ($kg.ha^{-1}$), aos 91 DDS.
V120 = soja 00/01 – cobertura morta do solo ($kg.ha^{-1}$), aos 120 DDS.

V121 = soja 00/01 – plantas daninhas ($kg.ha^{-1}$), aos 30 DDS.
V122 = soja 00/01 – plantas daninhas ($kg.ha^{-1}$), aos 47 DDS.
V123 = soja 00/01 – plantas daninhas ($kg.ha^{-1}$), aos 69 DDS.
V124 = soja 00/01 – plantas daninhas ($kg.ha^{-1}$), aos 91 DDS.
V125 = soja 00/01 – plantas daninhas ($kg.ha^{-1}$), aos 120 DDS.
V126 = soja 00/01 – número de plantas daninhas, aos 47 DDS.
V127 = soja 00/01 – número de plantas daninhas, aos 69 DDS.
V128 = soja 00/01 – número de plantas daninhas, aos 91 DDS.
V129 = soja 00/01 – número de plantas daninhas, aos 120 DDS.

V130 = soja 00/01 – índice de velocidade emergência, linha de semeadura 1.
V131 = soja 00/01 – índice de velocidade emergência, linha de semeadura 2.
V132 = soja 00/01 – índice de velocidade emergência, linha de semeadura 3.
V133 = soja 00/01 – índice de velocidade emergência, linha de semeadura 4.
V134 = soja 00/01 – índice de velocidade emergência, linha de semeadura 5.
V135 = soja 00/01 – índice de velocidade emergência, linha de semeadura 6.
V136= soja 00/01 – índice de velocidade emergência, médio.

V137 = soja 00/01 – matéria seca da parte aérea ($kg.ha^{-1}$), aos 30 DDS.
V138 = soja 00/01 – matéria seca da parte aérea ($kg.ha^{-1}$), aos 47 DDS.
V139 = soja 00/01 – matéria seca da parte aérea ($kg.ha^{-1}$), aos 69 DDS.
V140 = soja 00/01 – matéria seca da parte aérea ($kg.ha^{-1}$), aos 91 DDS.
V141 = soja 00/01 – matéria seca da parte aérea ($kg.ha^{-1}$), aos 120 DDS.
V142 = soja 00/01 – número de plantas, aos 30 DDS.
V143 = soja 00/01 – número de plantas, aos 47 DDS.
V144 = soja 00/01 – número de plantas, aos 69 DDS.
V145 = soja 00/01 – número de plantas, aos 91 DDS.
V146 = soja 00/01 – número de plantas, aos 120 DDS.

V147 = soja 00/01 – nitrogênio na parte aérea das plantas ($kg.ha^{-1}$).
V148 = soja 00/01 – fósforo na parte aérea das plantas ($kg.ha^{-1}$).

APÊNDICE – continuação

V149 = soja 00/01 – potássio na parte aérea das plantas ($kg.ha^{-1}$).
V150 = soja 00/01 – cálcio na parte aérea das plantas ($kg.ha^{-1}$).
V151 = soja 00/01 – magnésio na parte aérea das plantas ($kg.ha^{-1}$).
V152 = soja 00/01 – enxofre na parte aérea das plantas ($kg.ha^{-1}$).
V153 = soja 00/01 – boro na parte aérea das plantas ($g.ha^{-1}$).
V154 = soja 00/01 – cobre na parte aérea das plantas ($g.ha^{-1}$).
V155 = soja 00/01 – ferro na parte aérea das plantas ($g.ha^{-1}$).
V156 = soja 00/01 – manganês na parte aérea das plantas ($g.ha^{-1}$).
V157 = soja 00/01 – zinco na parte aérea das plantas ($g.ha^{-1}$).

V158 = soja 00/01 – estande inicial da cultura, em plantas por 10 metros.
V159 = soja 00/01 – estande final da cultura, em plantas por 10 metros.
V160 = soja 00/01 – estande inicial da cultura, em plantas por hectare.
V161 = soja 00/01 – estande final da cultura, em plantas por hectare.

V162 = soja 00/01 –altura de inserção da 1ª vagem (cm).
V163 = soja 00/01 – número de vagens por 10 plantas.
V164 = soja 00/01 – número de grãos por 100 vagens.
V165 = soja 00/01 – massa de 100 grãos (g).
V166 = soja 00/01 – produtividade de grãos ($kg.ha^{-1}$).

V167 = soja 00/01 – número de vagens não colhidas na linha 2 (por 10 metros).
V168 = soja 00/01 – número de vagens não colhidas na linha 4 (por 10 metros).
V169 = soja 00/01 – número de vagens não colhidas na linha 6 (por 10 metros).
V170 = soja 00/01 – número de vagens não colhidas, médio (por 10 metros).
V171 = soja 00/01 – altura de corte na colheita (cm), na linha 2.
V172 = soja 00/01 – altura de corte na colheita (cm), na linha 4.
V173 = soja 00/01 – altura de corte na colheita (cm), na linha 6.
V174 = soja 00/01 – altura de corte na colheita (cm), médio.
V175 = soja 00/01 – desvio médio dos valores de altura de corte na colheita (linhas 2, 4 e 6).
V176 = soja 00/01 – perdas de grãos pela altura de corte na colheita ($kg.ha^{-1}$).

V177 = Fertilidade do solo, 1999, 0- 7 cm de profundidade, pH ($CaCl_2$).
V178 = Fertilidade do solo, 1999, 0- 7 cm de profundidade, matéria orgânica ($g.dm^{-3}$).
V179 = Fertilidade do solo, 1999, 0- 7 cm de profundidade, P resina ($mg.dm^{-3}$).
V180 = Fertilidade do solo, 1999, 0- 7 cm de profundidade, $H+Al^{+3}$ ($mmol_c.dm^{-3}$).
V181 = Fertilidade do solo, 1999, 0- 7 cm de profundidade, K ($mmol_c.dm^{-3}$).
V182 = Fertilidade do solo, 1999, 0- 7 cm de profundidade, Ca ($mmol_c.dm^{-3}$).
V183 = Fertilidade do solo, 1999, 0- 7 cm de profundidade, Mg ($mmol_c.dm^{-3}$).
V184 = Fertilidade do solo, 1999, 0- 7 cm de profundidade, CTC ($mmol_c.dm^{-3}$).
V185 = Fertilidade do solo, 1999, 0- 7 cm de profundidade, V %.

APÊNDICE – continuação

V186 = Fertilidade do solo, 1999, 8 - 20 cm de profundidade, pH ($CaCl_2$).
V187 = Fertilidade do solo, 1999, 8 - 20 cm de profundidade, matéria orgânica ($g.dm^{-3}$).
V188 = Fertilidade do solo, 1999, 8 - 20 cm de profundidade, P resina ($mg.dm^{-3}$).
V189 = Fertilidade do solo, 1999, 8 - 20 cm de profundidade, $H+Al^{+3}$ ($mmol_c.dm^{-3}$).
V190 = Fertilidade do solo, 1999, 8 - 20 cm de profundidade, K ($mmol_c.dm^{-3}$).
V191 = Fertilidade do solo, 1999, 8 - 20 cm de profundidade, Ca ($mmol_c.dm^{-3}$).
V192 = Fertilidade do solo, 1999, 8 - 20 cm de profundidade, Mg ($mmol_c.dm^{-3}$).
V193 = Fertilidade do solo, 1999, 8 - 20 cm de profundidade, CTC ($mmol_c.dm^{-3}$).
V194 = Fertilidade do solo, 1999, 8 - 20 cm de profundidade, V %.

V195 = Fertilidade do solo, 2000, 0- 7 cm de profundidade, pH ($CaCl_2$).
V196 = Fertilidade do solo, 2000, 0- 7 cm de profundidade, matéria orgânica ($g.dm^{-3}$).
V197 = Fertilidade do solo, 2000, 0- 7 cm de profundidade, P resina ($mg.dm^{-3}$).
V198 = Fertilidade do solo, 2000, 0- 7 cm de profundidade, $H+Al^{+3}$ ($mmol_c.dm^{-3}$).
V199 = Fertilidade do solo, 2000, 0- 7 cm de profundidade, K ($mmol_c.dm^{-3}$).
V200 = Fertilidade do solo, 2000, 0- 7 cm de profundidade, Ca ($mmol_c.dm^{-3}$).
V201 = Fertilidade do solo, 2000, 0- 7 cm de profundidade, Mg ($mmol_c.dm^{-3}$).
V202 = Fertilidade do solo, 2000, 0- 7 cm de profundidade, CTC ($mmol_c.dm^{-3}$).
V203 = Fertilidade do solo, 2000, 0- 7 cm de profundidade, V %.

V204 = Fertilidade do solo, 2000, 8 - 20 cm de profundidade, pH ($CaCl_2$).
V205 = Fertilidade do solo, 2000, 8 - 20 cm de profundidade, matéria orgânica ($g.dm^{-3}$).
V206 = Fertilidade do solo, 2000, 8 - 20 cm de profundidade, P resina ($mg.dm^{-3}$).
V207 = Fertilidade do solo, 2000, 8 - 20 cm de profundidade, $H+Al^{+3}$ ($mmol_c.dm^{-3}$).
V208 = Fertilidade do solo, 2000, 8 - 20 cm de profundidade, K ($mmol_c.dm^{-3}$).
V209 = Fertilidade do solo, 2000, 8 - 20 cm de profundidade, Ca ($mmol_c.dm^{-3}$).
V210 = Fertilidade do solo, 2000, 8 - 20 cm de profundidade, Mg ($mmol_c.dm^{-3}$).
V211 = Fertilidade do solo, 2000, 8 - 20 cm de profundidade, CTC ($mmol_c.dm^{-3}$).
V212 = Fertilidade do solo, 2000, 8 - 20 cm de profundidade, V %.

V213 = arado de discos, aveia preta, velocidade de deslocamento ($km.h^{-1}$).
V214 = arado de discos, aveia preta, capacidade de campo (ha..h^{-1}).
V215 = arado de discos, aveia preta, consumo horário de combustível ($L.h^{-1}$).
V216 = arado de discos, aveia preta, consumo de combustível por área ($L.ha^{-1}$).
V217 = arado de discos, aveia preta, diâmetro médio geométrico dos agregados DMG (mm).
V218 = arado de discos, aveia preta, módulo de finura - MF.

V219 = 1ª gradagem, aveia preta, velocidade de deslocamento ($km.h^{-1}$).
V220 = 1ª gradagem, aveia preta, capacidade de campo ($ha.h^{-1}$).
V221 = 1ª gradagem, aveia preta, consumo horário de combustível ($L.h^{-1}$).
V222 = 1ª gradagem, aveia preta, consumo de combustível por área ($L.ha^{-1}$).

V223 = 2ª gradagem, aveia preta, velocidade de deslocamento ($km.h^{-1}$).
V224 = 2ª gradagem, aveia preta, capacidade de campo ($ha.h^{-1}$).
V225 = 2ª gradagem, aveia preta, consumo horário de combustível ($L.h^{-1}$).

APÊNDICE – continuação

V226 = 2ª gradagem, aveia preta, consumo de combustível por área ($L.ha^{-1}$).
V227 = 2ª gradagem, aveia preta, diâmetro médio geométrico dos agregados DMG (mm).
V228 = 2ª gradagem, aveia preta, módulo de finura - MF.

V229 = escarificador, aveia preta, velocidade de deslocamento ($km.h^{-1}$).
V230 = escarificador, aveia preta, capacidade de campo ($ha..h^{-1}$).
V231 = escarificador, aveia preta, consumo horário de combustível ($L.h^{-1}$).
V232 = escarificador, aveia preta, consumo de combustível por área ($L.ha^{-1}$).
V233 = escarificador, aveia preta, diâmetro médio geométrico dos agregados DMG (mm).
V234 = escarificador, aveia preta, módulo de finura - MF.

V235 = semeadura, aveia preta, velocidade de deslocamento ($km.h^{-1}$).
V236 = semeadura, aveia preta, capacidade de campo ($ha..h^{-1}$).
V237 = semeadura, aveia preta, tempo demandado por área ($h.ha^{-1}$)
V238 = semeadura, aveia preta, consumo horário de combustível ($L.h^{-1}$).
V239 = semeadura, aveia preta, consumo de combustível por área ($L.ha^{-1}$).

V240 = manejo da cobertura de entressafra, velocidade de deslocamento ($km.h^{-1}$).
V241 = manejo da cobertura de entressafra, capacidade de campo ($ha..h^{-1}$).
V242 = manejo da cobertura de entressafra, tempo demandado por área ($h.ha^{-1}$).
V243 = manejo da cobertura de entressafra, consumo horário de combustível ($L.h^{-1}$).
V244 = manejo da cobertura de entressafra, consumo de combustível por área ($L.ha^{-1}$).
V245 = manejo da cobertura de entressafra, altura de corte (cm).
V246 = manejo da cobertura de entressafra, altura de corte (desvio médio).

V247 = Somatório do tempo demandado ($h.ha^{-1}$) nas operações de preparo do solo, semeadura da aveia preta e manejo da cobertura, nos diferentes sistemas de manejo do solo e da cobertura de entressafra.
V248 = Consumo total de combustível ($L.ha^{-1}$) nas operações de preparo do solo, semeadura da aveia preta e manejo da cobertura, nos diferentes sistemas de manejo do solo e da cobertura de entressafra.

V249 = escarificador e arado, soja 2000, velocidade de deslocamento ($km.h^{-1}$).
V250 = escarificador e arado, soja 2000, capacidade de campo ($ha..h^{-1}$).
V251 = escarificador e arado, soja 2000, profundidade de trabalho (cm).
V252 = escarificador e arado, soja 2000, volume de solo mobilizado ($m^3.ha^{-1}$).
V253 = escarificador e arado, soja 2000, força de tração na barra (kN).
V254 = escarificador e arado, soja 2000, força máxima de tração (kN).
V255 = escarificador e arado, soja 2000, potência média na barra de tração (kW).
V256 = escarificador e arado, soja 2000, potência específica operacional ($W.cm^{-2}$).
V257 = escarificador e arado, soja 2000, força de tração em função da área mobilizada ($kN.cm^{-2}$).
V258= escarificador e arado, soja 2000, uso de energia ($kWh.ha^{-1}$).
V259 = escarificador e arado, soja 2000, consumo horário de combustível ($L.h^{-1}$).

APÊNDICE – continuação

V260 = escarificador e arado, soja 2000/01, consumo de combustível por área ($L.ha^{-1}$).
V261 = escarificador e arado, soja 2000/01, diâmetro médio geométrico dos agregados DMG (mm).
V262 = escarificador e arado, soja 2000/01, módulo de finura - MF.
V263 = escarificador e arado, soja 2000/01, empolamento do solo (%)
V264 = escarificador e arado, soja 2000/01, rugosidade antes do preparo.
V265 = escarificador e arado, soja 2000/01, rugosidade após o preparo.
V266 = escarificador e arado, soja 2000/01, rugosidade do perfil inferior do solo mobilizado.

V267 = arado, soja 2000/01, força de tração específica ($N.m^{-1}$ de $largura.cm^{-1}$ de prof.).
V268 = escarificador, soja 2000, força de tração específica (N. haste-1.cm-1)

V269 = semeadura da soja 2000/01, Força média de tração (kN).
V270 = semeadura da soja 2000/01, Força de tração específica ($kN.linha^{-1}$).
V271 = semeadura da soja 2000/01, Força de tração máxima (kN).

V272 = gradagem, soja 2000/01, velocidade de deslocamento ($km.h^{-1}$).
V273 = gradagem, soja 2000/01, capacidade de campo ($ha.h^{-1}$).
V274 = gradagem, soja 2000/01, força média na barra de tração (kN).
V275 = gradagem, soja 2000/01, potência média na barra de tração (kW).
V276 = gradagem, soja 2000/01, uso de energia ($kW.ha^{-1}$).
V277 = gradagem, soja 2000/01, consumo horário de combustível ($L.h^{-1}$).
V278 = gradagem, soja 2000/01, consumo de combustível por área ($L.ha^{-1}$).

V279 = semeadura da soja 2000/01, capacidade de campo ($ha.h^{-1}$).
V280 = semeadura da soja 2000/01, patinagem da roda traseira direita do trator (%).
V281 = semeadura da soja 2000/01, patinagem da roda traseira esquerda do trator (%).
V282 = semeadura da soja 2000/01, patinagem da roda da semeadora (%).
V283 = semeadura da soja 2000/01, potência média na barra de tração (kW).
V284 = semeadura da soja 2000/01, uso de energia ($kW.ha^{-1}$).
V285 = semeadura da soja 2000/01, consumo horário de combustível ($L.h^{-1}$).
V286 = semeadura da soja 2000/01, consumo de combustível por área ($L.ha^{-1}$).

V287 = Somatório do tempo demandado em função da área trabalhada ($h.ha^{-1}$), nas operações de preparo do solo e semeadura da cultura da soja, safra 2000/01, nos diferentes sistemas de manejo do solo e da cobertura de entressafra.

V288 = Somatório do consumo de combustível em função da área trabalhada ($L.ha^{-1}$), nas operações de preparo do solo e semeadura da cultura da soja, safra 2000/01, nos diferentes sistemas de manejo do solo e da cobertura de entressafra.

V289 = Somatória da energia utilizada em função da área trabalhada ($kWh.ha^{-1}$), nas operações de preparo do solo e semeadura da cultura da soja, safra 2000/01, nos diferentes sistemas de manejo do solo e da cobertura de entressafra.

APÊNDICE – continuação

V290 = Somatório do tempo demandado (h.ha^{-1}) nas operações de preparo do solo, semeadura da aveia preta e manejo da cobertura e nas operações de preparo do solo e semeadura da cultura da soja, safra 2000/01, nos diferentes sistemas de manejo.

V291 = Somatório do combustível consumido (L.ha^{-1}) nas operações de preparo do solo, semeadura da aveia preta e manejo da cobertura e nas operações de preparo do solo e semeadura da cultura da soja, safra 2000/01, nos diferentes sistemas de manejo.

V292 = Custos parciais (R$.ha^{-1}) dos sistemas de preparo do solo reduzido e convencional (PRxCO) na entressafra de 2000 (aveia preta e pousio) em função do sistema de manejo da cobertuta de entressafra.

V293 = Custos parciais (R$.ha^{-1}) nas operações de manejo da cobertura de entressafra em função do sistema de manejo do solo.

V294 = Custos totais na entressafra de 2000 (R$.ha^{-1}), em função do sistema de manejo do solo e da cobertura.

V295 = Custos parciais (R$.ha^{-1}) dos sistemas de preparo do solo reduzido e convencional (PRxCO) na safra de 2000/01 (cultura da soja) em função do sistema de manejo da cobertuta de entressafra.

V296 = Custos parciais (manejo do solo + semeadura da soja) na safra de 2000/01 (R$.ha^{-1}), em função do sistema de manejo do solo e da cobertura.

V297 = Somatório dos custos diferenciais parciais da entressafra 2000 e safra de 2000/01 (R$.ha^{-1}), em função do sistema de manejo do solo e da cobertura.

CROQUI DA ÁREA EXPERIMENTAL (1996- 2001)

	Bloco 1		Bloco 2		Bloco 3		Bloco 4
1	Direto – Rolo	**13**	Direto -Triton	**25**	Conv - Herb	**37**	Direto - Triton
2	Escar – Rolo	**14**	Escar - Triton	**26**	Direto - Pousio	**38**	Escar - Triton
3	Conv - Rolo	**15**	Conv – Herb	**27**	Conv - Pousio	**39**	Escar - Herb
4	Direto – Herb	**16**	Direto - Pousio	**28**	Escar - Pousio	**40**	Conv - Triton
5	Conv – Rolo	**17**	Direto - Herb	**29**	Escar - Herb	**41**	Escar - Rolo
6	Conv – Herb	**18**	Conv - Pousio	**30**	Direto - Rolo	**42**	Direto - Herb
7	Direto – Pousio	**19**	Conv - Rolo	**31**	Escar - Triton	**43**	Direto - Rolo
8	Conv – Pousio	**20**	Conv - Triton	**32**	Escar - Rolo	**44**	Conv - Rolo
9	Escar – Pousio	**21**	Escar - Rolo	**33**	Direto - Triton	**45**	Escar - Pousio
10	Escar - Triton	**22**	Escar - Herb	**34**	Conv - Rolo	**46**	Conv - Herb
11	Direto - Triton	**23**	Direto - Rolo	**35**	Direto - Herb	**47**	Direto - Pousio
12	Escar - Herb	**24**	Escar - Pousio	**36**	Conv - Triton	**48**	Conv - Pousio

APÊNDICE: Fonte de cálculo dos custos diferenciais (insumos, mão-de-obra e operações mecanizadas), considerando as culturas da aveia preta e da soja, safra 2000/01, nos tratamentos estudados.

Tratamentos	Preparo solo aveia	Semeadura aveia	Cobertura (N) aveia	Manejo da aveia	Preparo solo soja	Semeadura soja
	Trator + arado	Trator+semeadora	Aplicação manual	Trator+pulverizador	Trator + arado	
CO - HE	Trator + grade 1	Semente de aveia			Trator + grade 1	Trator+semeadora
	Trator + grade 2	Adubo formulado	Uréia	Herbicida total	Trator + grade 2	
	Trator + arado	Trator+semeadora	Aplicação manual		Trator + arado	
CO - RL	Trator + grade 1	Semente de aveia		Trator + rolo faca	Trator + grade 1	Trator+semeadora
	Trator + grade 2	Adubo formulado	Uréia		Trator + grade 2	
	Trator + arado	Trator+semeadora	Aplicação manual		Trator + arado	
CO - TP	Trator + grade 1	Semente de aveia		Trator+triturador	Trator + grade 1	Trator+semeadora
	Trator + grade 2	Adubo formulado	Uréia		Trator + grade 2	
	Trator + arado				Trator + arado	
CO - PO	Trator + grade 1	-	-	-	Trator + grade 1	Trator+semeadora
	Trator + grade 2				Trator + grade 2	
		Trator+semeadora	Aplicação manual	Trator+pulverizador		
PR - HE	Trator+escarificador	Semente de aveia			Trator+escarificador	Trator+semeadora
		Adubo formulado	Uréia	Herbicida total		
		Trator+semeadora	Aplicação manual			
PR - RL	Trator+escarificador	Semente de aveia		Trator + rolo faca	Trator+escarificador	Trator+semeadora
		Adubo formulado	Uréia			
		Trator+semeadora	Aplicação manual			
PR - TP	Trator+escarificador	Semente de aveia		Trator+triturador	Trator+escarificador	Trator+semeadora
		Adubo formulado	Uréia			
PR - PO	Trator+escarificador	-	-	-	Trator+escarificador	Trator+semeadora
	-	Trator+semeadora	Aplicação manual	Trator+pulverizador		
PD - HE		Semente de aveia				Trator+semeadora
		Adubo formulado	Uréia	Herbicida total		
	-	Trator+semeadora	Aplicação manual			
PD - RL		Semente de aveia		Trator + rolo faca		Trator+semeadora
		Adubo formulado	Uréia			
	-	Trator+semeadora	Aplicação manual			
PD - TP		Semente de aveia		Trator+triturador		Trator+semeadora
		Adubo formulado	Uréia			
PD - PO					Trator+pulverizador	
	-	-	-	-		Trator+semeadora
					Herbicida total	