

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

**DEMANDA ENERGÉTICA DE SISTEMAS DE MANEJO DO SOLO NA
CULTURA DA SOJA (*Glycine max* L.)**

JOSÉ GUILHERME LANÇA RODRIGUES

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP – Campus de Botucatu, para a obtenção do título de Mestre em Agronomia, Programa Energia na Agricultura.

BOTUCATU – SP
Dezembro – 2005

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

**DEMANDA ENERGÉTICA DE SISTEMAS DE MANEJO DO SOLO NA
CULTURA DA SOJA (*Glycine max* L.)**

JOSÉ GUILHERME LANÇA RODRIGUES

Orientador: Prof. Dr. Carlos Antonio Gamero
Co-orientador: Prof. Dr. Sérgio Hugo Benez

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP – Campus de Botucatu, para a obtenção do título de Mestre em Agronomia, Programa Energia na Agricultura.

BOTUCATU – SP
Dezembro – 2005

OFERECIMENTO

A realização desse trabalho fez-me aproximar mais de Deus.

Luciana, Frederico, Maria do Carmo, Diva, Luiz Lourenço e Daniele.

DEDICO

Tios e tias, primos e primas maternos e paternos.

OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

A DEUS, pela oportunidade da vida;

Ao Prof. Dr. Carlos Antonio Gamero, pela dedicação e disposição em orientar;

Ao Prof. Dr. Sérgio Hugo Benez, pela orientação no curso, dedicação e por acreditar em mim;

Ao Prof. Dr. Silvio José Bicudo, por seu grande companheirismo;

Ao Prof. Dr. Kléber Pereira Lanças, por seu apoio e ensinamentos;

Ao Pesquisador Científico Ricardo Augusto Dias Kanthack, pelos ensinamentos tanto agronômicos como de vida;

Ao Prof. Msc. Edson Massao Tanaka pelo incentivo e apoio;

À Escola Superior de Agronomia de Paraguaçu Paulista, pelos ensinamentos;

À Coordenação do Curso de Pós - Graduação em Energia na Agricultura;

A todos os docentes das disciplinas cursadas durante o curso de Pós-Graduação em Energia na Agricultura;

Aos Funcionários da Fazenda de Ensino, Pesquisa e Produção (FEPP) do Lageado, por toda a ajuda prestada ao decorrer do experimento;

As funcionárias da Seção de Pós – Graduação;

A todos os funcionários da Biblioteca Prof. Paulo de Carvalho Mattos;

A Paulo Roberto Arbex Silva, Jairo Costa Fernandes, Erick Vinicius Bertolini, André S. Seki, Cássio Roberto Piffer, Miriam Correa dos Santos, Elcio H. Yano, Denise Mahl, Oscar Campideli, Rodrigo Domingues Barbosa, Wagner Reis, Paulo Fernandes e Luiz Fernando Santos Escouto;

Aos funcionários do Depto. de Engenharia Rural;

A todos os amigos que ganhei nesta etapa da vida e continuarão comigo, aqui dentro do peito, onde quer que eu siga;

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE TABELAS	VIII
LISTA DE FIGURAS.....	X
1 RESUMO.....	1
2 SUMMARY.....	3
3 INTRODUÇÃO.....	5
4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	7
4.1 Cobertura do solo.....	7
4.2 Sistemas de preparo do solo.....	10
4.3 Cultura da soja.....	15
4.4 Cultura da aveia preta.....	16
4.5 Cultura do sorgo.....	17
4.6 Vegetação espontânea.....	18
4.7 Demanda energética de máquinas.....	18
5 MATERIAL E MÉTODOS	21
5.1 Material	21
5.1.1 Área experimental.....	21
5.1.2 Dados pluviométricos.....	21
5.1.3 Solo.....	22
5.1.3.1 Atributos físicos.....	22
5.1.3.2 Atributos químicos.....	23
5.1.4 Fertilizantes.....	24
5.1.5 Herbicidas.....	25
5.1.6 Inseticidas.....	25
5.1.7 Fungicidas.....	25
5.1.8 Semeadura.....	26
5.1.9 Equipamentos agrícolas.....	26
5.1.9.1 Tratores.....	26
5.1.9.2 Equipamento.....	27

5.1.10	Material e equipamentos para coleta de amostras e avaliações.....	27
5.1.10.1	Teor de água no solo.....	27
5.1.10.2	Densidade do solo.....	28
5.1.10.3	Matéria seca antes da instalação dos tratamentos.....	28
5.1.10.4	Porcentagem de cobertura de solo com resíduos vegetais.....	28
5.1.11	Consumo horário de combustível.....	28
5.1.12	Variáveis relacionados à cultura da soja.....	28
5.2	Métodos.....	29
5.2.1	Delineamento experimental.....	29
5.2.2	Descrição dos tratamentos.....	29
5.2.3	Instalação e condução do experimento.....	30
5.2.4	Teor de água no solo.....	31
5.2.5	Fertilidade do solo.....	31
5.2.6	Análise granulométrica do solo.....	31
5.2.7	Ensaio de compactação do solo.....	31
5.2.8	Densidade do solo.....	32
5.2.9	Massa seca da cobertura vegetal antes e após a instalação dos tratamentos.....	32
5.2.10	Porcentagem de cobertura.....	32
5.2.11	Determinação da velocidade de deslocamento.....	32
5.2.12	Consumo horário de combustível.....	33
5.2.13	Capacidade de campo efetiva.....	33
5.2.14	Profundidade de semeadura.....	33
5.2.15	Populações inicial e final de plantas.....	33
5.2.16	Altura das plantas de soja.....	34
5.2.17	Altura de inserção da primeira vagem.....	34
5.2.18	Número de vagens por plantas.....	34
5.2.19	Número de grãos por vagem.....	34
5.2.20	Massa de mil grãos.....	35
5.2.21	Produtividade da cultura.....	35

5.2.22 Análise estatística.....	35
6 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	36
6.1 Teor de água no solo.....	36
6.2 Cobertura do solo.....	37
6.3 Velocidade de deslocamento, capacidade de campo efetiva e consumo de combustível.....	39
6.3.1 Velocidade de deslocamento dos equipamentos de preparo.....	39
6.3.2 Velocidade de deslocamento da semeadora.....	40
6.3.3 Capacidade de campo efetiva.....	41
6.3.4 Consumo horário e operacional de combustível.....	41
6.4 Variáveis relacionadas a cultura da soja.....	42
6.4.1 Profundidade de semeadura.....	42
6.4.2 Altura de plantas.....	43
6.4.3 Populações inicial e final.....	44
6.4.4 Altura de inserção da primeira vagem.....	45
6.4.5 Massa de mil grãos.....	46
6.4.6 Número de vagens por planta.....	46
6.4.7 Número de grãos por vagem.....	47
6.4.8 Produtividade.....	48
7 CONCLUSÕES.....	50
8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	51

LISTA DE TABELAS

	Página
Tabela 1	Distribuição pluvial decêndial e mensal (mm)..... 22
Tabela 2	Resultado da análise química do solo na camada de 0 a 0,20 m de profundidade antes da instalação do experimento..... 24
Tabela 3	Resultado da análise química do solo, na camada de 0 a 0,20 m de profundidade após a colheita do experimento.... 24
Tabela 4	Cronograma de atividades para instalação e condução do experimento..... 30
Tabela 5	Valores médios dos teores de água (g kg^{-1}) no solo, durante os sistemas de preparo e semeadura da cultura da soja..... 37
Tabela 6	Valores médios de massa seca de cobertura vegetal (kg ha^{-1}) sobre o solo em função dos sistemas de preparo e das coberturas vegetais..... 38
Tabela 7	Valores médios de porcentagem de cobertura vegetal (%) antes do preparo do solo em função dos sistemas de preparo e das coberturas vegetais..... 39
Tabela 8	Valores médios de porcentagem de cobertura vegetal (%), sobre o solo após o preparo, em função dos sistemas de preparo e das coberturas vegetais..... 39
Tabela 9	Valores médios de velocidade de deslocamento (km h^{-1}) dos equipamentos de preparo de solo..... 40
Tabela 10	Valores médios de velocidade de deslocamento (km h^{-1}) na operação de semeadura, em função dos sistemas de manejo do solo e das coberturas vegetais..... 40
Tabela 11	Valores médios da capacidade de campo efetiva (C_{ce}) (ha h^{-1}), em função dos sistemas de preparo e das coberturas vegetais..... 41
Tabela 12	Valores médios do consumo horário de combustível (L h^{-1}), em função dos sistemas de preparo e das coberturas vegetais..... 42
Tabela 13	Valores médios do consumo operacional de combustível (L ha^{-1}), em função dos sistemas de preparo e das coberturas vegetais..... 42
Tabela 14	Valores médios de profundidade (cm) de semeadura do cultivar de soja IAC 19, em função dos sistemas de preparo e das coberturas vegetais..... 43
Tabela 15	Valores médios de altura de plantas (cm) do cultivar de soja IAC 19, em função dos sistemas de preparo e das coberturas vegetais..... 43
Tabela 16	Valores médios da população inicial de plantas (plantas m^{-1}) do cultivar de soja IAC 19, em função dos sistemas

	de preparo e das coberturas vegetais.....	44
Tabela 17	Valores médios da população final de plantas (plantas m^{-1}) do cultivar de soja IAC 19, em função dos sistemas de preparo e das coberturas vegetais.....	45
Tabela 18	Valores médios de altura de inserção da primeira vagem (cm) do cultivar de soja IAC 19, em função dos sistemas de preparo e das coberturas vegetais.....	45
Tabela 19	Valores médios do peso de mil grãos (g) para o cultivar de soja IAC 19, em função dos sistemas de preparo e das coberturas vegetais.....	46
Tabela 20	Valores médios de número de vagens por plantas do cultivar de soja IAC 19, em função dos sistemas de preparo e das coberturas vegetais.....	47
Tabela 21	Valores médios de número de grãos por vagem do cultivar de soja IAC 19, em função dos métodos de sistemas e das coberturas vegetais.....	47
Tabela 22	Valores médios de produtividade de grãos ($kg\ ha^{-1}$) do cultivar de soja IAC 19, em função dos sistemas de preparo e das coberturas vegetais.....	49

LISTA DE FIGURAS

		Página
Figura 1	Precipitação pluviométrica no mês de janeiro de 2004 a agosto de 2005, calculado segundo Thorthwaite e Mather (1955), na Fazenda Experimental Lageado, Botucatu-SP...	22
Figura 2	Curva característica das densidades do solo, nos respectivos teores de água.....	23
Figura 3	Distribuição dos blocos e dos tratamentos na área experimental.....	29

1 RESUMO

A soja (*Glycine max L*) é a principal oleaginosa cultivada no mundo. Devido a sua intensa utilização proporcionou e proporciona o desenvolvimento de amplo complexo industrial destinado ao seu processamento. Dentre os fatores que influenciam na produção da soja está o preparo de solo, que se realizado de maneira apropriada permite o aumento da produtividade. Entretanto, quando esta prática é realizada de maneira incorreta, é capaz de levar rapidamente a degradação física, química e biológica do solo. O presente trabalho teve como objetivo estudar diferentes sistemas de preparo do solo e coberturas vegetais no comportamento e na demanda energética do cultivar de soja IAC 19. O experimento foi realizado na Fazenda Experimental Lageado, da Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP, Campus de Botucatu. O solo da área experimental foi classificado como NITOSSOLO VERMELHO Distroférico. O experimento foi constituído por nove tratamentos, sendo a combinação de três sistemas de preparo do solo e três coberturas vegetais. Os sistemas de preparo do solo foram: preparo convencional, preparo reduzido e plantio direto; e as seguintes coberturas vegetais: aveia preta, sorgo e vegetação espontânea. O delineamento experimental foi de blocos ao acaso, em esquema fatorial (3x3), aplicando-se o teste de comparação de médias, Tukey a 5% de probabilidade. De modo geral, a aveia preta

apresentou os melhores resultados entre as coberturas vegetais. O sistema de plantio direto foi o tratamento que manteve maior cobertura vegetal na superfície do solo, seguido dos sistemas de preparo reduzido e convencional. O sistema de preparo convencional apresentou o maior consumo horário e operacional de combustível quando comparado com os sistemas de preparo reduzido e de plantio direto. Não foram constatadas diferenças estatísticas significativas entre os tratamentos, para as seguintes variáveis: profundidade de semeadura; altura de plantas; populações inicial e final de plantas e produtividade de grãos.

Palavras chave: preparo do solo, coberturas vegetais, produtividade, cultura da soja.

**ENERGETIC DEMANDS ON SOIL IN MANNEGERENT SOYBEAN CULTURE
(*Glycine max* L.) Botucatu, 2005. 62p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Energia na
Agricultura) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista.**

Author: José Guilherme Lança Rodrigues

Adviser: Carlos Antonio Gamero

2. SUMMARY

The soybean (*Glycine max* (L.) Merrill) is the main oleaginous plant cultivated in the world and due to its intense usage provided and provides the development of a large industrial complex destined for its processing. The soil handling is among the factors that influence the soy bean production, and if developed appropriately, leads to an increase in productivity. However, when it is carried out wrongly, it can cause the fast physical, chemical and biological degradation of soil. The current work had the objective of studying different system of soil handling and vegetable covers on the behavior and energetic demand of a soy bean variety. The experiment was carried out on the Experimental Farm Lageado, from Agronomic Science University of UNESP, campus of Botucatu. The experimental soil area had been classified as RED NITOSSOIL Distroférico. The experiment had been constituted of nine treatments, whit the combination of three system of soil handling and three vegetable covers. The system of soil handling had been formed by tillage, reduced handling and no tillage. The vegetable coversused were by black oat, sorghum and spontaneous vegetation. The soybean variety used was IAC19. The experimental designe was in randomized blocks, in a factorial scheme (3x3), and compared by the Tukey Test, with 5% significance level. For the most part, black oat had shown the best results among the vegetable covers. The no tillage system had been the treatment that maintained the amceunt of vegetable cover on the soil

surface, followed by the system of reduced and tillage handling. The conventional handling system had shown the highest hourly and operational consumption of fuel when compared to the reduced handling method no tillage. Significant statistic differences had not been verified among the treatments for the following parameters: sowing deep, plants height, number of plant population of and gragn and beans productivity.

Keywords: soil handling, vegetable covers, productivity, no tillage, soybean.

3 INTRODUÇÃO

Na agricultura atual cada vez mais se procura o desenvolvimento de novas tecnologias, principalmente relacionadas a equipamentos, para aumentar a eficiência dos mesmos. Porém, em grande parte dos casos, não há preocupação com a qualidade das operações agrícolas e, principalmente, com a conservação dos recursos naturais.

O manejo do solo quando realizado de maneira correta permite o aumento da produtividade. Entretanto, quando esta prática é realizada de maneira incorreta é capaz de levar rapidamente o solo a degradação de ordem física, biológica e química. O uso excessivo do arado e grade pode pulverizar a camada superficial do solo, promovendo a compactação e selamento superficial do solo. Esses equipamentos podem ser substituídos pelo escarificador com a vantagem de deixar maior quantidade de resíduo vegetal sobre o terreno.

O sistema de semeadura direta esta cada vez mais presente na agricultura brasileira. É um método que visa maior conservação do solo e diminuição do tráfego de máquinas, tendo como princípio, a semeadura diretamente em solo não revolvido. Porém, hoje, ainda se utiliza muito o preparo convencional que, normalmente é composto por uma aração com arado de disco, seguido de duas gradagens leves.

A cultura da soja possui certas características que demandam um preparo do solo adequado para estabelecer uma população de plantas recomendada para a

obtenção de maiores produtividades. O primeiro aspecto se refere ao fato de que a soja requer maior teor de água no solo para sua germinação. Além disso, os grãos necessitam absorver 50% do seu peso em água para que o processo de germinação seja iniciado.

O terceiro fator a influir na necessidade de boa disponibilidade de água é o alto teor de óleo existente na semente. Caso a quantidade de água absorvida não seja suficiente, o óleo rancifica e os embriões morrem (COSTA, 1996).

Apesar do sistema de plantio direto ser largamente utilizado nos estados da Região Sul e em algumas Regiões do cerrado, mais de dois terços da área agrícola nacional ainda é cultivada através de métodos convencionais de preparo do solo. A não adoção de sistemas conservacionistas, como o plantio direto em larga escala no país, é atribuída a falta de estudos mais detalhados sobre a adaptação do sistema em algumas regiões.

O presente trabalho teve como objetivo estudar diferentes sistemas de preparo do solo e coberturas vegetais no comportamento e na demanda energética de um cultivar de soja.

4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

4.1 Cobertura do solo

O sistema de plantio direto é, em comparação com outros sistemas de preparo do solo, o único em que a energia de impacto das gotas de chuva é amortecida pela camada de cobertura morta e no qual a erosão do solo é controlada de modo eficaz (DERPSH et al., 1991).

A palha da cultura anterior auxilia no controle das plantas daninhas através do efeito físico e alelopático, interaptação luminosa, temperatura e na umidade, dificultando os processos de superação de dormência e impedindo a germinação de propágulos (OLIVEIRA JR e CONSTANTIN, 2001).

Os menores números de plantas de soja foram observados no preparo com arado de aivecas e os maiores valores no plantio direto. Nas parcelas de pousio o plantio direto mostrou valores de estande inicial de soja superior aos demais tratamentos de manejo do solo. (YANO et al, 2001).

A cobertura vegetal deve ser resultante de espécies com capacidade de produzir grandes quantidades de matéria seca, elevada capacidade de reciclar nutrientes, resistência a seca e ao frio, fácil manejo, elevada relação carbono/nitrogênio, rápido

crescimento e não ser infestante (HERNANI e SALTON, 1997). A relação C/N ajuda a conhecer a decomposição do material. Adubos verdes com relação C/N maior que 24, apresentam decomposição lenta e abaixo de 24, decomposição rápida (SIQUEIRA, 1999).

Oliveira (2002), comparou a produtividade de grãos de soja, em função das culturas de cobertura do solo e concluiu que, a produtividade da cultura sobre aveia preta foi maior quando comparada com as coberturas de braquiária e triticale.

Pereira (1996), avaliando quantitativamente e qualitativamente as plantas invasoras na cultura da soja submetida aos sistemas de plantio direto e convencional, concluiu que no sistema plantio direto houve menor incidência de plantas invasoras do que no convencional, sendo o plantio direto o sistema que proporcionou melhor crescimento e produtividade da cultura da soja.

Lima (2001), observou que o milheto foi a espécie que obteve maior produção de matéria seca cobrindo a superfície do solo, enquanto que a matéria seca da vegetação espontânea foi igual as demais coberturas vegetais (sorgo vermelho, branco e painço), porém, nenhuma delas afetaram a produtividade de grãos da soja safrinha.

Campos et al. (1994), constataram que o solo sob cultivo de aveia preta apresentou maior valor de umidade, sendo sua capacidade de conservar água associada a maior eficiência de cobertura do solo. As leguminosas estudadas: chícaro, ervilhaca e tremoço apresentaram resultados intermediários, com variação entre as mesmas, sendo o tratamento com pousio de inverno o que apresentou menor valor de umidade do solo.

Segundo Furlani et al. (1999), o sistema convencional promoveu maior porcentagem de incorporação dos resíduos vegetais após a semeadura (80%), seguida da escarificação (40%) e semeadura direta (10%).

Boller et al. (1996), avaliando diferentes sistemas de preparo do solo e coberturas vegetais, concluíram que, a cobertura do solo foi maior após escarificação quando comparada com o preparo convencional e que, entre as condições de cobertura, a aveia preta e o centeio proporcionaram os maiores níveis de cobertura do solo após mobilização.

Bortoluzzi e Eltz (2000), ao avaliarem o efeito do manejo mecânico da palhada de aveia preta, concluíram que o manejo da palhada de aveia “palha em pé” manteve a cobertura do solo por período maior de tempo, enquanto o manejo “palha gradeada” reduziu esse período. De modo geral, nos manejos que trituram a palha ou que forçam maior contato

palha –solo, percebe-se tendência de maior decomposição dos resíduos, reduzindo a cobertura do solo mais acentuadamente, entre os tratamentos com palha (palha picada, palha em pé, palha rolada e palha roçada). Não houve influência dos diferentes manejos da palhada na velocidade de emergência da soja. Somente houve diferença entre a presença ou não da palha, visto que o tratamento sem palha apresentou índice de velocidade de emergência da soja significativamente menor.

Campos et al. (2000), avaliando o sistema de plantio direto, observaram que o solo sob tratamento com aveia preta apresentou maior valor de umidade durante praticamente todo o período de trabalho e que, o tratamento com pousio de inverno apresentou o menor valor. O aumento na capacidade de infiltração de água no solo com aumento da cobertura vegetal em preparo conservacionista e plantio direto foram observados por Kaelen e Doran (1983); Debarba e Amado (1997). Para Fronza et al. (1993), o efeito imediato do preparo foi mais pronunciado sobre a capacidade de infiltração de água no solo do que o tipo de cobertura.

Segundo Azooz et al. (1995), o tempo para emergência das plântulas de milho foi menor no tratamento convencional e no plantio direto sem cobertura morta nos 30 cm próximos à linha do que no plantio direto. Isso foi atribuído ao menor acúmulo de graus dias, que é somatória de luz para desenvolvimento da cultura na zona radicular após a semeadura. Os autores explicam que o solo coberto com resíduo recebe menor radiação solar, como aquele com menor ou sem resíduo de cobertura, pois o resíduo interceptará parte considerável da radiação incidente.

Resultado obtido por Andrade et al. (1999) mostraram que a utilização do plantio direto no verão favorece a taxa de emergência e o estabelecimento das plântulas de soja mais rápido que no preparo convencional. Entretanto, apesar de maior rapidez de cobertura inicial do solo no plantio direto, os autores observaram que as diferenças se restringiram da fase de emergência dos cotilédones (VE) para a fase de aparecimento do primeiro nó e desenvolvimento completo das folhas unifoliadas (V1), não afetando, portanto, a duração do ciclo fenológico do cultivo segundo o sistema de preparo.

4.2 Sistemas de preparo do solo

O preparo do solo tem com objetivo otimizar as condições para germinação e emergência das sementes, assim com o estabelecimento das plântulas e controle das plantas invasoras, sempre considerando as respostas da cultura e do solo, sendo a mecanização agrícola um importante componente básico na maioria das estratégias de desenvolvimento rural e no aumento da produtividade da mão-de-obra (SIQUEIRA, 1999).

O preparo do solo compreende um conjunto de técnicas que, quando usadas de modo racional, permite alta produtividade das culturas; irracionalmente utilizadas, as técnicas de preparo podem levar a destruição dos solos em poucos anos de uso intensivo, chegando a atingir inclusive a desertificação de áreas agrícolas (MAZUCHOWSKI e DERPSCH, 1984).

Schultz (1978), divide o preparo do solo em três grupos: sistema convencional quando o solo é lavrado e sua superfície permanece exposta as condições climáticas; cultivo mínimo quando se refere a qualquer sistema de cultivo onde há menos movimento do solo do que o normalmente empregado em determinada região e o plantio direto onde as sementes são depositadas sob o solo não preparado, onde a vegetação foi dessecada com uso de herbicidas.

O preparo mínimo ou reduzido não implica na redução da profundidade de trabalho no solo, mas no número de operações necessárias para dar condições ao estabelecimento das culturas. Entre os vários sistemas de preparo reduzido destaca-se o plantio direto por movimentar o solo apenas na linha de semeadura (DENARDINI, 1984).

Segundo Benez (1972), a principal característica do sistema convencional é o alto grau de mobilização e desagregação a que o solo é submetido com o intuito de obtenção de uma semeadura sem obstáculos, mas possui o inconveniente de compactar o solo, destruir a estrutura, reduzir a infiltração, aumentar a erosão, favorecer o crescimento de plantas daninhas e, principalmente, proporcionar auto custo quando comparado ao sistema de cultivo mínimo.

De acordo Gamero et al. (1997), os itens que devem ser levados em conta para a escolha de um ou outro método de preparo são: o tipo, a declividade, a

susceptibilidade do solo á erosão, o regime de chuvas do local, as culturas a serem empregadas nos sistemas de cultivo e o tempo disponível para realização das diversas operações agrícolas da propriedade no ano. No entanto, o manejo mais adequado deve ser decisivo para a escolha dos equipamentos a serem empregados e não o contrário.

Hernani et al. (1997), avaliando as perdas por erosão e rendimento de soja e trigo em diferentes sistemas de preparo do solo, observaram que o plantio direto foi o sistema mais eficaz no controle das perdas de água e solo por erosão, proporcionando os maiores rendimentos de grãos de soja e trigo, enquanto o sistema de gradagem pesada mais grade leve foi o menos eficaz e o uso de escarificador e grade leve apresentou comportamento intermediário.

Stone e Moreira (2000), avaliando os efeitos de sistemas de preparo do solo no uso da água e na produtividade do feijoeiro, onde os tratamentos foram plantio direto, plantio direto mais cobertura morta, grade pesada, arado de aiveca e escarificador, concluíram que o sistema plantio direto mais cobertura morta foi o mais eficiente no uso da água, propiciando maiores produtividades com menor quantidade de água aplicada.

Bertol e Fischer (1997), concluíram que a semeadura direta com resíduos da cultura (soja) foi o tratamento mais eficaz na redução da erosão, sendo a aração e gradagem o menos eficaz.

Hernani et al. (1997), com o objetivo de avaliar os efeitos de sistemas de preparo de um Latossolo Roxo, em perdas de solo, água e produtividade da soja e trigo, concluíram que o plantio direto foi o sistema mais eficaz no controle das perdas de solo e água por erosão e o que proporcionou os maiores rendimentos de grãos. O sistema de gradagem pesada e niveladora foi o menos eficaz e a escarificação e gradagem niveladora apresentou comportamento intermediário.

Moraes e Benez (1996), ao estudar os efeitos de diferentes sistemas de preparo do solo em algumas propriedades físicas de um Nitossolo Vermelho Distroférrico, concluíram que os sistemas de preparo não evidenciaram diferenças estatísticas significativas para a densidade do solo. Todavia constatou-se que na camada de 0-10 cm de profundidade, a densidade foi ser menor nos tratamentos com maior mobilização do solo. Nos tratamentos com subsolagem mais enxada rotativa, aração mais gradagem e enxada rotativa, a desagregação provocada pelos equipamentos aumentou a porosidade total e a macroporosidade e diminuiu a

microporosidade, apresentando também maior resistência à penetração a 15 cm de profundidade quando comparados ao sistema plantio direto e aração mais semeadura. Verificaram, também, que houve aumento da densidade apenas na camada superficial, enquanto nas demais camadas houve redução da densidade do solo neste período.

Realizando um estudo comparativo entre preparo convencional do solo, escarificação e plantio direto, Derpsch et al. (1991) verificaram que no plantio direto, as maiores densidades situavam-se na camada superior do solo (0-20 cm), e que sob preparo convencional houve compactação na camada de 20-30 cm. Observaram ainda que os valores encontrados para preparo com escarificador foram intermediários aos dois anteriores.

De Maria et al. (1999), comparando sistemas de preparo do solo (grade pesada, escarificação, escarificação e grade leve, escarificação e semeadura direta, e semeadura direta) verificaram que a densidade e a resistência do solo foram maiores na semeadura direta na camada mais superficial, enquanto abaixo dessa camada, os valores foram iguais ou inferiores aos valores encontrados nos sistemas convencionais.

Derpsch et al. (1991), avaliando os resultados de quatro anos de plantio direto, verificaram que os teores de carbono, nitrogênio, fósforo disponível, pH e saturação por bases na camada superficial do solo foram nitidamente maiores que aqueles encontrados no preparo convencional.

Torres et al. (1988), avaliando tipos de preparo de solo (aração contínua, gradagem contínua com equipamento pesado, aração alternada, aração com rotação soja-milho e gradagem com rotação soja-milho), sua interação com a rotação de soja e milho e comportamento dos cultivares de soja Paraná e FT-2 de diferentes ciclos, concluíram que no ano agrícola de 1986/87, a produtividade de grãos no cultivar FT-2 foi inferior no tratamento com grade pesada. Dentro do cultivar Paraná os tratamentos com grade pesada foram os que apresentaram piores desempenhos, o que pode ser explicado pelo fato dessa cultivar ter sido mais afetada pela estiagem em relação a cultivar FT-2.

Torres et al. (1989), observaram que no ano agrícola de 1987/88, a produtividade de grãos para os tratamentos de manejo e rotação foi semelhante dentro do cultivar FT-2. No entanto, no cultivar Paraná, a produtividade foi inferior nos tratamentos com grade pesada e aração alternada, confirmando a tendência do ano anterior, ou seja, o cultivar que apresentou menor produtividade, caso da Paraná, evidenciou efeito para manejo do solo.

Nesse cultivar, o preparo com aração proporcionou maior produtividade em relação aos tratamentos com grade pesada e preparo alternado (último ano com grade pesada). Os autores relatam ainda que a altura das plantas das duas cultivares foi influenciada pelos sistemas de preparos utilizados, sendo que as plantas ficaram mais altas no sistema com aração. Quanto ao estande, não houve alteração dos diferentes sistemas de preparo do solo. Analisando os cultivares independentemente, os autores observaram que os sistemas de preparo do solo não influenciaram o cultivar Paraná, mas sim o cultivar FT-2, que apresentou maior altura e maior número de plantas nos sistema com aração.

Silva (2000), avaliando o comportamento de variedades e híbridos de milho em diferentes tipos de preparo de solo, concluiu que os sistemas de preparo do solo: convencional com grade aradora e niveladora, preparo reduzido com escarificador e plantio direto, não influenciaram no diâmetro do colmo, altura das plantas, altura de inserção da primeira espiga, número de plantas acamadas, matéria seca das plantas de milho, massa da matéria seca total e produtividade, enquanto que a população inicial e final das plantas, o número de plantas quebradas e a massa seca de plantas daninhas e restos culturais presentes no solo após a colheita das espigas, foram afetadas por estes sistemas de preparo. A produtividade dos híbridos e variedades de milho, apresentaram comportamento diferenciado em função dos sistemas de preparo do solo, sendo que os mais produtivos foram: CO 32 e C 909, não sendo observado diferenças significativas entre as variedades AL-25, AL-30 e AL-34 dentro dos sistemas de preparo do solo. O contrário foi observado para os híbridos CO 32, Zeneca 8440, XL 360 e C909 que se comportaram de maneira diferente em função do sistema de preparo do solo, indicando uma melhor adaptação desses ao preparo reduzido.

Com o objetivo de avaliar diferentes tipos de preparo do solo na cultura da soja e no solo, Mello (1987) concluiu que o tratamento com uma aração com arado de disco e duas gradagens apresentou maior lotação final de plantas, maior altura de plantas e maiores produções de palha e de grãos, quando comparado com os seguintes preparos do solo: uma aração com arado de aivecas e duas gradagens, preparo com grade aradora e uma gradagem, preparo com enxada rotativa e semeadura direta. A semeadura direta apresentou menor produção de grãos, altura de plantas, lotação final e diâmetro do caule. A altura de inserção da primeira vagem foi maior no tratamento com enxada rotativa, não apresentando diferença significativa entre os tratamentos com arado de discos, arado de aivecas e grade

aradora. A menor altura de inserção foi observada no tratamento com semeadura direta e não houve diferença significativa de produção em todos os tratamentos. Mello (1988), com os mesmos objetivos e tratamentos em um Latossolo Vermelho escuro de cerrado, obteve os resultados que confirmam os descritos anteriormente.

Oliveira (2002), trabalhando com a cultura da soja implantada em diferentes coberturas e manejos do solo em área de pastagem degradada, concluiu que o manejo do solo influenciou significativamente a produtividade de soja, sendo a maior produção observada no sistema convencional.

Cunha et al. (2002), com objetivo de estudar os efeitos de três preparos de solo utilizando arado de aiveca, grade aradora e plantio direto, implantado durante seis anos consecutivos, sobre a variabilidade da produtividade de grãos de milho e feijão irrigado, concluíram que o preparo do solo influenciou na produtividade de grãos. Para a cultura do milho, a maior produtividade ocorreu no tratamento com arado de aiveca, enquanto que para o feijoeiro a maior produtividade foi observada no tratamento com grade aradora e plantio direto.

Fernandes (2004), estudando sistemas de manejo de solo (escarificação seguida de grade leve e grade pesada seguida de grade leve), na cultura do algodão no Sudoeste da Bahia observou que não houve diferença significativa na produtividade do algodoeiro em caroço e em pluma.

Sideiras et al. (1983) verificaram, em Latossolo Roxo distrófico, que o teor de água no solo, na camada de 0-20 cm de profundidade, foi superior no sistema de plantio direto, em relação á aração com arado de disco. O preparo de solo com escarificador apresentou comportamento intermediário sobre os teores de água do solo. Os autores observaram ainda que, durante três anos, somente o preparo convencional apresentou déficit hídrico para a cultura da soja.

Para Mata et al. (1997), a ação da escarificação, comparada com a aração com arado de disco, é benéfica por permitir melhor movimentação vertical de água.

Conforme Ogawa et al. (1997) a capacidade de retenção de água, avaliada na camada de 0 a 60 cm de profundidade, foi 10% menor no tratamento com grade pesada em comparação com os tratamentos com arado de disco, arado de aiveca e subsolador.

Comparando a aração com arado de disco, aração e duas gradagens e

semeadura direta, Benez (1983), concluiu que a disponibilidade de água foi maior nos preparos com aração e semeadura direta quando ocorreram regimes de três baixos teores de água no solo e que na ocorrência de altos teores, não foram observadas diferenças entre os preparos.

Sideiras et al. (1983) observaram que as produções de grãos de soja foram superiores para o sistema de plantio direto e reduzido, em relação ao preparo convencional, com médias, de respectivamente, 2593, 2149 e 1948 kg ha⁻¹. O aumento de produção foi resultado, de acordo com os autores, de um número maior de plantas e, principalmente, do peso de 1000 sementes. O número de vagens por planta, bem como o número de sementes por vagens não se correlacionou significativamente com a produção.

Santos (2000) não observou influência do sistema de manejo do solo em plantio direto sobre a palhada de crotalária ou preparo convencional com uma aração e duas gradagens niveladoras na produção da soja.

4.3 Cultura da soja (*Glycine max* L.)

A semeadura direta, em experimento conduzido por Bertol e Fischer (1997), proporcionou emergência de plântulas de soja significativamente maior do que os tratamentos constituídos de uma operação de preparo do solo, com escarificador com rolo destorroador e escarificador e valores semelhantes aos proporcionados pelos tratamentos constituídos de duas operações com escarificador seguido de grade e grade seguido de escarificador.

Em experimento de plantio direto conduzido por Caíres e Fonseca (2000), foi observado que a ordem de absorção de macronutrientes pelas plantas de soja (em mg planta⁻¹) foi: $N > K > Ca \geq P \geq Mg > S$.

Ribeiro (2000) constatou significativo acúmulo de nutrientes no sistema de plantio direto nas camadas superficiais do solo, principalmente para fósforo, cálcio, magnésio e zinco, quando comparado aos demais sistemas de preparos estudados.

Em relação aos efeitos da saturação por bases, na produção de cultivares de soja no primeiro ano de plantio direto, Prado (1996) concluiu que a saturação por

bases (V%) igual a 60, foi superior significativamente a V% igual a 80 e 40, porém não se diferenciou do V% igual a 70 e 50.

Segundos Prado (1996), atualmente vêm sendo implantados no cerrado, diferentes níveis de saturação por bases (V%), principalmente na faixa entre 40 e 50 %, obtendo-se bons resultados na produção da soja. No entanto, existem outros autores que recomendam a instalação do sistema plantio direto em níveis de saturação por bases mais elevados.

4.4 Cultura da aveia preta (*Avena strigosa*)

A aveia preta, pela sua alta capacidade de diminuir a infestação de plantas invasoras pela ação alelopática, tem possibilitado, em alguns casos, após o acamamento da massa vegetal com rolo faca, o plantio de soja sem a utilização de herbicidas de manejo ou residuais (DERPSCH e CALEGARI, 1992). A cultura produz abundante sistema radicular de 3.080 kg ha⁻¹ de matéria seca por uma massa aérea seca de 5.590 kg ha⁻¹, o que promove significativa melhoria nas condições físicas e biológicas do solo, resultando em rendimentos maiores das culturas subsequentes de soja e feijão.

A aveia preta ainda melhora a sanidade do solo, diminuindo a população de patógenos e promovendo aumento apreciável na produtividade das culturas de soja e feijão, se enquadrando bem na maioria dos esquemas de rotação de culturas. Devido a seu sistema radicular bastante desenvolvido, é muito eficiente na reciclagem dos nutrientes (DERPSCH e CALEGARI, 1992). Os mesmos autores recomendam que o manejo da aveia preta deve ser realizado com rolo-faca, na fase de grão leitoso, em torno de 120 a 160 dias após a semeadura (conforme a variedade). No plantio direto pode-se também optar pela dessecação com herbicidas. A incorporação no florescimento ou após, também poderá ser efetuada através da operação da aração (o que não é uma prática comum no sistema de plantio direto).

Segundo Pitol (1993), a aveia preta, por sua rusticidade e tolerância ao alumínio tóxico, continua sendo a cultivar mais utilizada. Alguns cultivares de aveia industrial apresentam vantagens no sistema de plantio direto, pois neste caso, associa a maior produção de massa seca para o sistema, além de maior produção de grãos de melhor valor comercial.

Almeida (1991) observou que 100 dias após o manejo da cultura da aveia preta com rolo faca, o solo ficou coberto com somente 54% por plantas daninhas, demonstrando assim o seu efeito alelopático.

Segundo Gamero et al. (1997) a permanência de resíduos culturais sobre a superfície do solo é desejável, tanto por aspectos conservacionistas, como também pelo maior controle de plantas invasoras. Atualmente uma das culturas mais empregadas para a formação de coberturas vegetais sobre o solo, é a aveia preta, devido a sua alta capacidade de produção de massa seca.

Siqueira et al. (1993), após quatro anos de cultivo, observaram efeitos positivos na produtividade de feijão, quando da utilização da leguminosa mucuna preta em relação a aveia, ficando o pousio, comumente utilizado pelos agricultores, em posição intermediária. As menores produtividades obtidas pelos autores com aveia preta pela relativa alta relação carbono/ nitrogênio, provavelmente foi devido a não utilização de nitrogênio mineral em cobertura, causando sua indisponibilidade no plantio direto em relação a cobertura com mucuna preta, que possui baixa relação C/N.

4.5 Cultura do Sorgo (*Sorghum vulgare*)

Segundo Kichel et al. (1986), o sorgo é uma cultura de grande perspectiva para a economia no Brasil por apresentar várias características importantes, como a produção de grão de alto valor energético, adaptabilidade as extensas e diversificadas áreas do país com alta produtividade e facilidade de mecanização, além de poder substituir o milho em regiões marginais, por apresentar maior tolerância a determinadas condições adversas de clima e solo.

Alvarenga et al. (1993); Zago (1991) e Pereira et al. (1989) citados por Silva et al. (1999) relatam que, a cultura do sorgo, por suas características de cultivo e valor nutritivo semelhantes a do milho, tem sido estudada principalmente como silagem, destacando-se pela sua produção elevada, com bom valor nutritivo, maior tolerância ao déficit hídrico e pela possibilidade de rebrota.

Segundo Heckler e Fernandes (2001), a cultura do sorgo no verão, constitui uma alternativa para integrar rotação de culturas e a diversificação da propriedade

com criação de animais na região Centro Oeste do país em substituição ao milho, devido ao déficit hídrico que ocorre com frequência nos meses de janeiro e fevereiro.

4.6 Vegetação espontânea

Pottker e Roman (1994) avaliaram o efeito de resíduos de inverno, mais pousio e doses de nitrogênio sobre o rendimento de grãos de milho em sistema de plantio direto. Os autores verificam que tanto os níveis de nitrogênio como as diferentes culturas de inverno influenciaram o rendimento de grãos e o conteúdo de nitrogênio presentes na folha e nos grãos de milho.

Segranfredo et al. (1997) avaliaram os sistemas de plantio direto com utilização de plantas de cobertura visando reduzir as perdas de solo, água e nutrientes por erosão e observaram que os sistemas aveia mais ervilhaca/milho, tremoço/milho, milho mais mucuna e milho com feijão-de-porco, foram eficazes no controle da erosão hídrica, proporcionando uma redução superior a 99% nas perdas de solo e 94% nas de água; enquanto que no pousio invernal/ milho as reduções nas perdas de solo e água no verão foram similares aos demais sistemas de cultura, embora tenha sido menos eficiente na redução das perdas de água.

Greco (2000) observou que o sistema de plantio direto proporcionou maior quantidade de cobertura solo por vegetação espontânea de pousio em relação ao preparo convencional, sem interferir na produção do milho, ficando caracterizado que se pode iniciar o plantio direto a partir da vegetação espontânea de área de pousio sem cultura de cobertura no inverno, desde que, o solo, apresente propriedades físicas e químicas adequadas.

4.7 Demanda energética de máquinas

A utilização de máquinas na agricultura tem sido um processo intimamente articulado com as características culturais, sociais e econômicas dos agentes envolvidos, desde os primórdios da exploração agrícola organizada e até os dias atuais em sua forma mais primitiva. A mecanização agrícola tem se baseado na atividade inovadora de indivíduos que, em função de necessidades específicas, adaptam ou constroem suas próprias

ferramentas. A necessidade crescente de racionalização das operações agrícolas fez com que se desenvolvessem trabalhos de pesquisa visando a obtenção de melhores técnicas e métodos e a redução no consumo de energia na forma de insumos e combustíveis, além de uma melhor conservação do solo e dos recursos naturais (MIALHE, 1996).

Uma parcela considerável dos custos de produção refere-se à utilização de máquinas e implementos agrícolas, especialmente no que diz respeito a uma das principais unidades de potência da agricultura, o trator agrícola. A otimização de seu desempenho global e, mais especificamente, a melhor utilização do potencial de seu motor, reduzindo-se o consumo de combustível, torna-se um requisito fundamental (SILVA e BENEZ, 1997).

A monitorização do desempenho do trator tem sido interesse de pesquisadores a mais de três décadas, tendo como principal objetivo o aumento da eficiência do uso do combustível de modo que se produza máxima quantidade de trabalho por unidade consumida. Os tratores agrícolas têm seu desempenho avaliado pela força de potência (TDP), do coeficiente e eficiência de tração da patinagem das rodas motrizes e também do consumo de combustível (MIALHE, 1996).

Gamero et al. (1997) verificaram que no preparo do solo com arado de discos seguido por uma gradagem com grade leve, o consumo de combustível foi de 22,26 L ha⁻¹, ao passo que o preparo com enxada rotativa, utilizando dois pares de lâminas por flange, com rotação mínima no rotor e anteparo traseiro totalmente levantado, consumiu 9,65 L ha⁻¹, evidenciando a economia de combustível que este equipamento pode proporcionar.

Ulbanere (1989) utilizou a técnica do balanço energético proposta por Pimentel em 1980 na cultura do milho, no Estado de São Paulo. O autor constatou que os fertilizantes representaram 49,29 % e o óleo diesel 42,24 % do total de energia consumida desde o preparo até a colheita da cultura, sendo que para cada unidade de energia contida nos insumos, foi estimada a produção de 4,08 unidades de energia na forma de grãos de milho.

Siqueira et.al. (1996), em estudos com rolo faca na velocidade de trabalho de 3,6 km h⁻¹, encontraram valores de capacidade de campo de 0,73 ha h⁻¹, capacidade de regulagem de 2,98 toneladas por hora, consumo de combustível de 9,7 L ha⁻¹ e consumo específico de combustível de 2,49 litros por tonelada .

Araújo et al. (1996) testaram, em solo argiloso, quatro modelos de

semeadoras-adubadoras na semeadura direta da soja e verificaram que as mesmas apresentaram desempenhos diferenciados quanto á mobilização do solo e ao ambiente para a germinação e emergência das plântulas.

Na cultura da soja em plantio direto, Portella e Fagnello (1997), observaram que houve redução no índice de emergência de plântulas (número de sementes depositadas/número de plântulas emergidas) de até 18 % com aumento da velocidade, caracterizando ser ao redor de 6 km h⁻¹ a melhor velocidade de trabalho de semeadura.

5 MATERIAL E MÉTODOS

5.1 Material

5.1.1 Área experimental

O experimento foi instalado e conduzido na Fazenda Experimental Lageado, pertencente à Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP, Campus de Botucatu, localizada no município de Botucatu-SP. A localização geográfica está entre as coordenadas 22° 49' latitude Sul e 48° 25' longitude Oeste, com altitude média de 770 metros, com declive de 0,045 m m⁻¹ e exposição face Norte, sendo que esta área vem sendo cultivada com os mesmos preparos de solo desde o ano de 2000.

5.1.2 Dados Pluviométricos

A Precipitação Pluvial acumulada (mm) por decêndial e total mensal, entre dezembro de 2004 a abril de 2005 está representada no Tabela 1.

Tabela 1. Distribuição pluvial do decêndial e mensal (mm).

Mês/ ano	1º decêndio	2º decêndio	3º decêndio	Total mensal
Dez/2004	17,90	79,90	53,80	150,60
Jan/2005	62,60	147,90	215,90	424,40
Fev/2005	4,40	23,50	38,70	65,60
Mar/2005	0,00	108,60	4,20	112,80
Abr/2005	18,00	48,70	12,00	78,70

Na Figura 1, são apresentados os valores de precipitação pluviométrica, de janeiro de 2004 a agosto de 2005, calculada segundo Thornthwaite e Mather (1955).

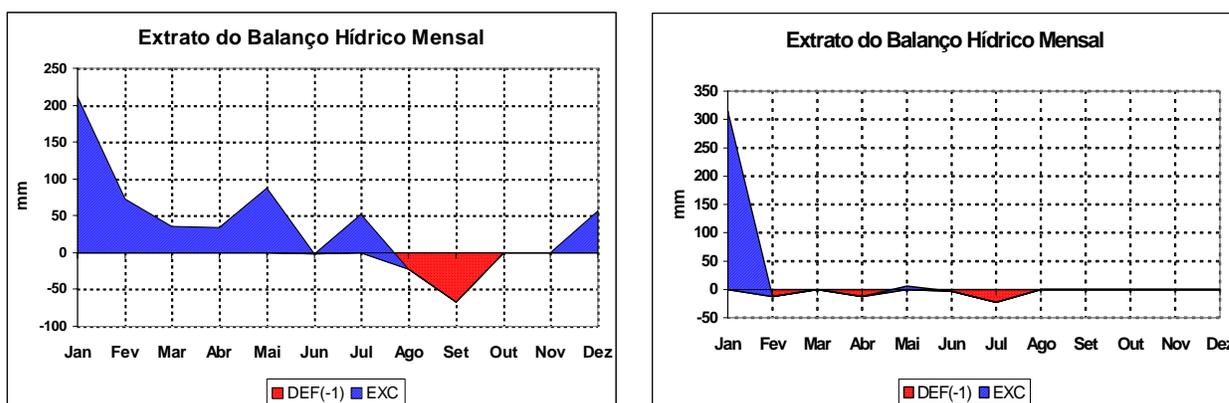


Figura 1. Precipitação pluviométrica, de janeiro de 2004 a agosto de 2005, calculada segundo Thornthwaite e Mather (1955), na Fazenda Experimental Lageado, Botucatu-SP.

5.1.3 Solo

5.1.3.1 Atributos físicos

O solo da área experimental foi classificado conforme Embrapa (1999) como NITOSSOLO VERMELHO Distroférico, argiloso e apresenta: 113 g kg⁻¹, 296 g kg⁻¹ e 591 g kg⁻¹, respectivamente, para areia, silte e argila; limite de plasticidade de 33,6 %; índice de plasticidade de 11,3 %; limite de liquidez de 44,9%; densidade do solo no método de preparo convencional, 1,31, 1,32 e 1,31 kg dm⁻³, nas profundidades de (0 – 0,10m), (0,10 – 0,20m) e (0,20 – 0,30m), respectivamente; no preparo reduzido 1,30, 1,33 e 1,31 kg dm⁻³, nas profundidades de (0 – 0,10m), (0,10 – 0,20m) e (0,20 – 0,30m), respectivamente; e no plantio

direto, 1,39, 1,42 e 1,38 kg dm^{-3} , nas profundidades de (0 – 0,10m), (0,10 – 0,20m) e (0,20 – 0,30m), respectivamente; e densidade de partículas de 2,98 kg dm^{-3} . Pelo ensaio de Proctor realizado, com uma resistência média de penetração de 3 mPa (plantio direto) observou-se que o teor de água que proporcionou a maior densidade do solo foi de 30,23% com a respectiva densidade de 1,51 kg dm^{-3} conforme figura 2.

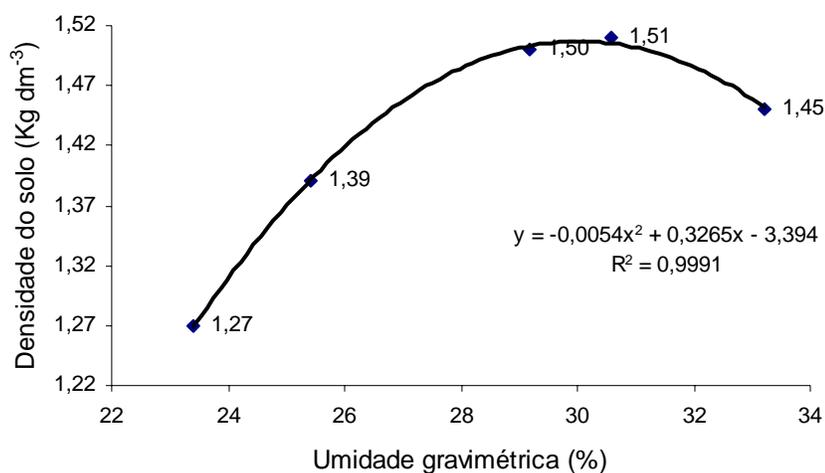


Figura 2. Curva característica das densidades do solo, nos respectivos teores de água.

5.1.3.2 Atributos químicos

Nas Tabelas 2 e 3 são apresentados os resultados das análises químicas do solo antes da instalação do experimento e após a colheita, respectivamente.

Tabela 2. Resultado da análise química do solo, na camada de 0 a 0,20 m de profundidade, antes da instalação do experimento.

PH	M.O.	P resina	Al ⁺³	H+Al	K ⁺	Ca ⁺²	Mg ⁺²	SB	CTC	V%
CaCl ₂	(g kg ⁻¹)	(mg kg ⁻¹)mmol _C dm ⁻³							
5,5	35	41	0	34	4,1	51	23	79	113	70

B	Cu ⁺²	Fe ⁺²	Mn ⁺²	Zn ⁺²
.....mg dm ⁻³				
0,33	12,9	21	40,8	2,8

Tabela 3. Resultado da análise química do solo, na camada de 0 a 0,20 m de profundidade, após a colheita do experimento.

PH	M.O.	P resina	Al ⁺³	H+Al	K ⁺	Ca ⁺²	Mg ⁺²	SB	CTC	V%
CaCl ₂	(g kg ⁻¹)	(mg kg ⁻¹)mmol _C dm ⁻³							
5,5	35	24	0	35	2,2	52	21	75	110	68

B	Cu ⁺²	Fe ⁺²	Mn ⁺²	Zn ⁺²
.....mg dm ⁻³				
0,17	16,0	20	70,9	2,9

5.1.4 Fertilizantes

Para as culturas da aveia preta e do sorgo não foi feita adubação na semeadura e nem em cobertura. Foi utilizado na semeadura da soja, 200 kg ha⁻¹ do formulado

04-20-20 (N, P e K) de acordo com os dados da análise química de solo e recomendação do boletim técnico 100.

5.1.5 Herbicidas

No manejo da cobertura vegetal antes da instalação do experimento, foi utilizado herbicida dessecante Rhoundup WG (glifosate), na quantidade de 2 kg ha^{-1} . No controle de plantas invasoras de folhas estreitas da cultura da soja, foi utilizado o herbicida seletivo Podium – S (ácido fenoxicarboxílico), na dosagem de $1,0 \text{ L ha}^{-1}$ e no controle de plantas invasoras de folha larga o herbicida utilizado foi o Pacto (triazolopirimidina sulfonilida), herbicida seletivo, na dosagem de $0,2 \text{ L ha}^{-1}$. As plantas invasoras predominantes na área foram: capim carrapicho (*Cenchrus echinatus*), nabiça (*Raphanus sativus*) e trevo (*Oxalis corniculata*).

5.1.6 Inseticidas

No controle das pragas foi utilizado o inseticida Decis 25 CE (deltamethrin, 25 g L^{-1}) na dosagem de $0,4 \text{ L ha}^{-1}$. As principais pragas presentes na área foram a lagarta da soja (*Anticarsia gemmatilis*), além dos percevejos verde (*Nezara viridula*) e marrom (*Euchistus eros*). Para o controle da lagarta do cartucho do sorgo (*Spodoptera fugiperda*) utilizou-se Tracer (spinosad 480 g kg^{-1}), na dosagem de 50 mL ha^{-1} , e para a aveia preta não foi realizada nenhuma aplicação de inseticida, pois não houve necessidade.

5.1.7 Fungicidas

Para o tratamento das sementes de sorgo foi utilizado o fungicida Futur (thiodicarb 300 g L^{-1}) e para tratamento de semente de soja foi utilizado o Vitavax Thiram 200 SC (200 g L^{-1} de dissulfeto de tetrametieruiram) na dosagem de $0,15 \text{ L}$ para cada 100 kg . Foram utilizados os fungicidas Opera (piraclostrobin 500 g L^{-1}) e Folicur (tebucomazole 200 g L^{-1}) para o controle e prevenção da doença da ferrugem asiática.

5.1.8 Semeadura

Na semeadura da aveia preta utilizou-se o cultivar Embrapa 29, com poder germinativo de 85 % e pureza de 92 %. O espaçamento entre linhas foi de 0,17m e densidade de 50 plantas por metro, totalizando 2.941.176 plantas ha⁻¹. A semente de sorgo utilizada foi o cultivar DKB 740, com um poder germinativo de 90% e pureza de 91%. A densidade utilizada foi de 12 plantas por metro, com espaçamento de 0,8m e população de 150.000 plantas ha⁻¹. As coberturas de inverno foram semeadas no dia 15 de maio de 2004.

Para a semeadura da cultura da soja, foi utilizado o cultivar IAC 19 com ciclo de 145 dias, flor e hilo branco, apresentando pureza de 94% e poder germinativo de 90%. A densidade foi de vinte e uma sementes por metro, com espaçamento entre linhas de 0,45 m, totalizando uma população de 466.666 plantas ha⁻¹, sendo que a mesma foi semeada no dia 10 de dezembro de 2004.

5.1.9 Equipamentos agrícolas

5.1.9.1 Tratores

Para instalação e condução do experimento, foram utilizados os seguintes tratores:

Trator marca Massey Ferguson, modelo 299 com tração dianteira auxiliar, potência de 96 kW, que foi utilizado na gradagem e escarificação.

Trator marca John Deere, modelo 6600 com tração dianteira auxiliar, potência de 112,2 kW que foi utilizado na semeadura da soja.

Trator marca Massey Ferguson, modelo 265, com tração dianteira auxiliar, potência de 65,5 kW, que foi utilizado na operação com roçadora.

Trator marca Massey Ferguson, modelo 235,4 x 2, potência de 37,5 kW que foi utilizado nas operações de pulverização.

5.1.9.2 Equipamentos

Foram utilizados os seguintes equipamentos:

Grade de discos pesada marca Marchesan, de arrasto, tipo deslocada, modelo GASPCR/10, com discos recortados de 32” e largura de trabalho de 1770 mm, com controle remoto para regulagem da profundidade de trabalho e levante através do sistema hidráulico.

Grade de discos leve marca Marchesan, de arrasto tipo deslocada, modelo GNL, com 32 discos de 20” e largura de trabalho de 2550 mm.

Escarificador marca Jan, modelo Jumbo Matic JMDA-7, de arrasto, com levante no sistema hidráulico, equipado com sete hastes com ponteiros de 80 mm de largura e haste de 430mm de comprimento e rolo destorroador/nivelador.

Semeadora-adubadora de arrasto marca Marchesan, modelo PST2, para plantio direto com seis linhas espaçadas de 450 mm, mecanismo sulcador tipo disco duplo desencontrado para semente e haste facão para adubo.

Pulverizador tipo canhão, marca Jacto, modelo 401 Lhe, capacidade de 400 litros de calda.

Pulverizador de barras montado marca Jacto, modelo Condor M12 com capacidade de 600 litros de calda.

5.1.10 Material e equipamentos para coleta de amostras e avaliações

5.1.10.1 Teor de água no solo

Foi utilizado para a coleta das amostras, enxadão, cápsulas de alumínio, bandeja plástica, estufa elétrica e balança de precisão (0,01g).

5.1.10.2 Densidade do solo

Para a coleta das amostras e determinação da densidade do solo foram utilizados: enxadão, sacos plásticos, cápsulas de alumínio, parafina, barbante, etiquetas, aparelho para banho maria, vidrarias, balança de precisão (0,01g) e estufa elétrica.

5.1.10.3 Matéria seca antes da instalação dos tratamentos

Para a coleta do material vegetal foi utilizado um quadrado de madeira de 0,25 m² de área (0,50 m x 0,50 m), faca, sacos de papel, estufa elétrica com circulação forçada de ar e balança.

5.1.10.4 Porcentagem de cobertura do solo com resíduos vegetais

Para a avaliação da porcentagem de cobertura do solo com resíduos vegetais utilizou-se um cordão plástico com 15 m de comprimento, com marcações a cada 0,15m.

5.1.11 Consumo horário de combustível

Para a determinação do consumo do combustível foi utilizado um fluxômetro de combustível marca Oval, modelo M2. Cada pulso eletrônico representa um mL de combustível consumido.

5.1.12 Variáveis relacionados à cultura da soja

Foi utilizada para medir a profundidade de semeadura, régua plástica graduadas em centímetros, trena para contagem do estande inicial e final de plantas, altura da planta e inserção da primeira vagem. Para a determinação da produção de grãos e peso de mil

grãos foi utilizada: trena, sacos de rafia e de papel, trilhadora, contador de grãos, balança eletrônica e estufa elétrica.

5.2 Métodos

5.2.1 Delineamento Experimental

O experimento foi constituído por nove tratamentos composto por, três sistemas de preparo do solo sob três coberturas vegetais. O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso, com quatro repetições, totalizando 36 parcelas. As dimensões de cada parcela foram de 7,5 m de largura e 20 m de comprimento. Observa-se na Figura 3, distribuição dos blocos e tratamentos na área experimental.

Bloco 01	Bloco 02	Bloco 03	Bloco 04
PD C1	PD C1	PD C2	PD C3
PR C2	CO C3	CO C1	PR C1
CO C1	PR C1	PR C3	CO C3
CO C3	CO C2	PR C2	CO C2
PD C2	PR C3	CO C3	PD C1
PR C1	PD C2	PR C1	PR C3
CO C3	CO C1	PD C3	PD C2
PD C3	PD C3	CO C2	PR C2
PR C2	PR C2	PD C1	CO C1

Rodovia Alcides Soares, Km 08

Figura 3. Distribuição dos blocos e dos tratamentos na área experimental.

5.2.2 Descrição dos tratamentos.

Os tratamentos resultaram da combinação de três métodos de preparo do solo e três coberturas vegetais na cultura da soja. Os métodos de preparo do solo utilizados

foram: CO – preparo convencional com duas gradagem pesada e uma gradagem leve; PR - preparo reduzido com escarificador acoplado a rolo destorroador; PD – plantio direto com dessecação química da vegetação. As três coberturas utilizadas foram as seguintes: C1 - aveia preta, C2 - sorgo e C3 - vegetação espontânea. A combinação dos três métodos de preparo e das três coberturas vegetais permitiu a obtenção de nove tratamentos conforme segue:

T1 = CO C1

T2 = CO C2

T3 = CO C3

T4 = PR C1

T5 = PR C2

T6 = PR C3

T7 = PD C1

T8 = PD C2

T9 = PD C3

5.2.3 Instalação e condução do experimento

Antes da instalação do experimento a área foi cultivada com aveia preta, sorgo e, parcelas pré-determinadas, com vegetação espontânea (Tabela 4).

Tabela 4. Cronograma de atividades para instalação e condução do experimento.

Datas	Atividades realizadas
10/2004	Demarcação das parcelas
10/2004	Coleta da cobertura vegetal verde
11/2004	Determinação da porcentagem de cobertura vegetal antes do preparo do solo
11/2004	Coleta de solo para determinação da densidade
12/2004	Preparo do solo (preparo convencional e reduzido)
12/2004	Determinação da porcentagem de cobertura vegetal após o preparo do solo
12/2004	Tratamento das sementes.

12/2004	Semeadura.
12/2004	Avaliação do estande inicial.
12/2004	Aplicação de herbicida.
01/2005	Aplicação de inseticida.
02/2005	Aplicação de inseticida.
04/2005	Avaliação do estande final.
04/2005	Colheita dos materiais.

5.2.4 Teor de água no solo

Para determinação do teor de água no solo, utilizou-se o método gravimétrico, descrito pela EMBRAPA (1997). As amostras do solo foram coletadas em três profundidades (0-0,1; 0,1-0,2; 0,2-0,3 m). As amostras foram coletadas no mesmo dia do preparo do solo.

5.2.5 Fertilidade do solo

Para determinar a fertilidade do solo, foram amostrados dois pontos ao acaso por parcela, numa profundidade de 0-0,2 m formando uma amostra composta, segundo metodologia do Instituto Agrônomo de Campinas. A análise foi realizada pelo laboratório do Departamento de Recursos Naturais - Ciência do Solo da FCA-UNESP.

5.2.6 Análise granulométrica do solo

A análise granulométrica foi realizada através do método de Kiehl (1979), sendo as amostras retiradas na profundidade de 0-0,2 m. A análise foi realizada pelo laboratório do Departamento de Recursos Naturais-Ciência do Solo da FCA-UNESP.

5.2.7 Ensaio de compactação do solo

Para determinar o teor de água adequado para o manejo do solo, foi realizado o ensaio de Proctor, de acordo com metodologia descrita por Kiehl (1979).

5.2.8 Densidade do solo

Para determinação da densidade do solo foi utilizado o método do torrão parafinado, de acordo com EMBRAPA (1997). Os torrões foram retirados em três profundidades (0-0,1; 0,1-0,2; 0,2-0,3 m). Foi analisado um torrão em cada profundidade de cada parcela.

5.2.9 Massa seca da cobertura vegetal antes e após a instalação dos tratamentos.

A massa da cobertura vegetal presente na área foi determinada através da metodologia do quadrado de madeira (0,25 m²) descrita por Chaila (1986). O material verde foi embalado em sacos de papel e seco em estufa a 65 °C, por 48 horas. Os valores obtidos foram transformados em kg ha⁻¹.

5.2.10 Porcentagem de cobertura

A porcentagem de cobertura do solo foi determinada pela metodologia descrita por Laflen et al. (1981), que constitui em uma corda com cem pontos, onde cada ponto representa um por cento de cobertura. A corda foi distribuída na diagonal da parcela, por duas vezes de forma cruzada, formando um “X” dentro da parcela, sendo que cada ponto correspondente com solo, representou a não existência de cobertura.

5.2.11 Determinação da velocidade de deslocamento

A velocidade de deslocamento foi determinada através da relação entre a distância percorrida na parcela em metros e o tempo cronometrado em segundos.

5.2.12 Consumo horário de combustível

Para determinação do consumo horário de combustível foi utilizado um fluxômetro instalado próximo ao filtro de combustível do trator, o qual registra o consumo em mL. O cálculo em $L h^{-1}$, foi feito obtendo-se o consumo em mL e o tempo gasto para percorrer a parcela também transformada em $L ha^{-1}$.

5.2.13 Capacidade de campo efetiva

A capacidade de campo efetiva foi determinada pela relação entre a área útil da parcela trabalhada e o tempo gasto no percurso da parcela, por meio da equação:

$$Cce = \frac{Atr}{\Delta t} \cdot 0,36$$

Onde:

Cce = capacidade de campo efetiva ($ha h^{-1}$);

Atr = área útil da parcela trabalhada (m^2);

Δt = tempo gasto no percurso da parcela experimental (s);

0,36 = fator de conversão.

5.2.14 Profundidade de Semeadura

Para essa determinação, foram retiradas da área útil demarcada, para medições, cinco plantas por parcela e medida a distância da semente até a superfície do solo.

5.2.15 Populações inicial e final de plantas

A população inicial e final de plantas foram determinadas doze dias após a semeadura e antes da colheita, respectivamente, em três metros de linha de plantio, nas quatro linhas centrais, totalizando 12 metros de linha, contando-se o número de plantas e calculando-se a população por hectare.

5.2.16 Altura das plantas de soja

Para a determinação da altura das plantas de soja, foram coletadas cinco plantas de duas linhas, cortando-as rente ao solo. As plantas foram embaladas em sacos de papel e levadas ao laboratório onde a altura foi determinada com uma trena graduada em centímetros.

5.2.17 Altura de inserção da primeira vagem

A altura de inserção da primeira vagem foi determinada nas dez plantas descritas no item anterior, medindo-se em centímetros a distância entre a inserção da primeira vagem e a base de corte que foi efetuada rente ao solo.

5.2.18 Número de vagens por planta

O número de vagens por planta foi determinado nas dez plantas coletadas descritas no subitem 5.2.16, contando-se, manualmente, o número de vagens presente em cada planta.

5.2.19 Número de grãos por vagem

O número de grãos por vagem foi determinado coletando-se cem vagens de dez plantas. Cada vagem foi aberta manualmente contando-se o número total de

grãos obtidos com ajuda de um contador de madeira, que é um acessório retangular de madeira constituído de orifícios, sendo estes em número de 100, com uma bandeja na parte inferior para a deposição das sementes de soja.

5.2.20 Peso de mil grãos

O peso de mil grãos foi obtido coletando-se cem grãos da massa produzida pelo material, com ajuda de um contador de madeira por 10 vezes seguidas, totalizando mil grãos.

5.2.21 Produtividade da cultura

A produtividade da cultura foi determinada colhendo-se manualmente as plantas presentes em dez metros das duas linhas centrais de cada parcela. Após serem trilhadas, a massa de grãos foi pesada e coletada uma amostra, que foi seca em estufa para determinar a umidade do grão. A produtividade foi padronizada para kg ha^{-1} , por hectare com 13 % de teor de água no grão.

5.2.22 Análise estatística

Os dados obtidos foram analisados através do programa SISVAR – Sistema de Análise de Variância – da Universidade Federal de Lavras (FERREIRA, 2000). Após as análises de variância, foi aplicado o teste de Tukey, a 5% de probabilidade, para comparação das médias.

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1 Teor de água no solo

Na Tabela 5 são apresentados os valores médios dos teores de água no solo, durante os sistemas de preparo e na semeadura da soja. Observa-se na referida Tabela 5, que o teor de água no solo foi uniforme em toda área experimental por ocasião da instalação do experimento, não tendo sido verificado variação significativa entre os valores obtidos. Devido à homogeneidade dos teores de água, não se observou influência deste fator, nos demais parâmetros tanto da planta como energéticos.

Tabela 5. Valores médios dos teores de água (g kg^{-1}) no solo, durante os sistemas de preparo e semeadura da cultura da soja.

Tratamentos	Profundidades (m)		
	0 – 0,1	0,1 – 0,2	0,2 – 0,3
	----- g kg^{-1} -----		
PC C1	193,3	221,6	235,9
PC C2	194,5	220,9	234,8
PC C3	196,5	221,1	235,5
PR C1	196,3	225,1	238,9
PR C2	197,1	224,3	241,2
PR C3	197,3	227,1	244,3
PD C1	199,3	224,2	243,1
PD C2	199,4	227,6	244,3
PD C3	199,3	227,2	244,4

DMS = 45,03; CV(%) = 10,20; (0-0,10 m); DMS = 13,47; CV(%) = 2,67; (0,10-0,20 m); DMS = 40,90; CV(%) = 7,57; (0,20-0,30 m).

6.2 Cobertura do solo

A matéria seca de cobertura do solo consta na Tabela 6, coletada antes do preparo do solo, e representa a condição residual dos manejos anteriores. Por isso, não se observa diferença significativa, sendo que a maior massa encontrada no solo, foi nos tratamentos com a cobertura vegetal espontânea. Resultados obtidos por Grego (1999), que cultivou o feijão das águas em plantio direto e convencional e após a sua colheita obteve 5 e 2 toneladas, respectivamente, de matéria seca de vegetação espontânea. De acordo com Yano et al. (2001), áreas mantidas em pousio produziram maior quantidade de palha que as com culturas de inverno utilizadas na região de Silvíria/MS, como sorgo, girassol e feijão, porém não diferenciou do milho que se mostrou eficiente na produção de palha média de 8607 kg ha^{-1} .

Tabela 6. Valores médios de massa seca de cobertura vegetal (kg ha^{-1}) sobre o solo, em função dos sistemas de preparo e das coberturas vegetais

Coberturas Vegetais	Sistemas de Preparo do Solo			Médias
	Convencional	Reduzido	Plantio direto	
	----- kg ha^{-1} -----			
Aveia	4131	4306	4506	4314
Sorgo	4754	4587	4501	4614
Espontânea	4870	4965	4889	4908
Médias	4585	4352	4632	

DMS = 687,45 (desdobramento); 659 (médias) e CV (%) = 24,12, para os sistemas de preparo do solo e coberturas vegetais.

Observa-se na Tabela 7 os valores médios de porcentagem de cobertura vegetal antes do preparo do solo, em função dos sistemas de preparo e das coberturas vegetais. Verifica-se que essa variável não apresentou diferença significativa nas médias de cobertura e também nas médias dos preparos de solo. Os tratamentos que apresentaram a maior porcentagem de cobertura sobre o solo foram aqueles com vegetação espontânea. Constata-se, portanto, que a cobertura vegetal sobre o solo, antes da instalação do experimento, era bastante uniforme e homogênea, conforme pode ser verificado nos Tabelas 6 e 7. Após o preparo do solo, observam-se os resultados contidos na Tabela 8, que entre as plantas de cobertura não ocorreram diferenças significativas. Em relação aos preparos do solo, houve diferenças significativas entre os mesmos. No preparo convencional houve diminuição imediata da cobertura seguida do preparo reduzido e do plantio direto. Isto é explicada devido a menor mobilização do solo feito no sistema de plantio direto. Os resultados estão de acordo com Bertol e Fischer (1997), que ao compararem a porcentagem de cobertura do solo antes e após os diferentes preparos do solo observaram que o tratamento com escarificador apresentou o menor valor com 22,25 %, proporcionando a menor cobertura do solo se comparado com a semeadura direta, que teve a média mais alta com 78,75 %.

Tabela 7. Valores médios de porcentagem de cobertura vegetal (%), antes do preparo do solo, em função dos sistemas de preparo e das coberturas vegetais

Coberturas Vegetais	Sistemas de Preparo do Solo			Médias
	Convencional	Reduzido	Plantio direto	
	----- % cobertura vegetal-----			
Aveia	89	89	91	90
Sorgo	88	87	90	88
Espontânea	91	91	93	92
Médias	89	89	91	

DMS = 7,23 (desdobramento); 6,87 (médias) e CV (%) = 7,66, para os sistemas de preparo do solo e coberturas vegetais.

Tabela 8. Valores médios de porcentagem de cobertura vegetal (%) sobre o solo após o preparo, em função dos sistemas de preparo e das coberturas vegetais

Coberturas Vegetais	Sistemas de Preparo do Solo			Médias
	Convencional	Reduzido	Plantio direto	
	----- % cobertura vegetal-----			
Aveia	7 a	37 a	90 a	44 a
Sorgo	7 a	38 a	89 a	45 a
Espontânea	10 a	42 a	90 a	47 a
Médias	8 A	39 B	90 C	

DMS = 7,23 (desdobramento); 46,98 (médias) e CV (%) = 7,66, para os sistemas de preparo do solo e coberturas vegetais¹.

Médias seguidas da mesma letra maiúsculas na linha, e minúsculas na coluna, não diferem entre si, estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, quanto aos sistemas de preparo do solo e coberturas vegetais, respectivamente.

6.3 Velocidade de deslocamento, capacidade de campo efetiva e consumo de combustível.

6.3.1 Velocidade de deslocamento dos equipamentos de preparo

Entre os equipamentos de preparo do solo, não houve diferença significativa. A operação de gradagem leve, com velocidade operacional acima de 7 km h⁻¹, conforme Tabela 9, não diferiu significativamente dos outros dois equipamentos. Como o

escarificador e a grade pesada são equipamentos de preparo primário do solo, mobilizando-o em maiores profundidades, há necessidade de uma maior força de tração, o que é obtido a menores velocidades. Já a grade leve é um equipamento de preparo secundário, atuando mais superficialmente e sofrendo menor resistência do solo. Os valores da velocidade de deslocamento com escarificador e a grade pesada foram maiores, mas aquele obtido com a grade leve está próximo dos valores encontrados por Siqueira (1999).

Tabela 9. Valores médios de velocidade de deslocamento (km h^{-1}) dos equipamentos de preparo do solo.

Tratamentos	Velocidade (km h^{-1})
Escarificador	4,37
Grade Pesada	3,87
Grade Leve	7,26

DMS = 4,19 e CV(%) = 49,78

6.3.2 Velocidade de deslocamento na operação de semeadura

Não foram verificadas diferenças significativas quando foram efetuadas as comparações dos valores obtidos para as velocidades de deslocamento entre os tratamentos de manejos do solo e as coberturas vegetais. Os dados verificados inferem que não houve variações nos demais parâmetros analisados em função da velocidade de deslocamento. O que também foi constatado nos trabalhos realizados por Marques et al. (1999).

Tabela 10. Valores médios de velocidade de deslocamento (km h^{-1}) na operação de semeadura, em função dos sistemas de manejo do solo e das coberturas vegetais

Coberturas Vegetais	Sistemas de Preparo do Solo			Médias
	Convencional	Reduzido	Plantio direto	
	-----(km h^{-1})-----			
Aveia	5,5	5,3	5,6	5,5
Sorgo	5,7	5,3	5,7	5,6
Espontânea	5,6	5,3	5,7	5,5
Médias	5,6	5,3	5,7	

DMS = 0,57 (desdobramento); 0,45 (médias) e CV(%) = 17, 59, para os sistemas de preparo do solo e coberturas vegetais.

6.3.3 Capacidade de campo efetiva

Na Tabela 11, são apresentados os resultados da capacidade de campo efetiva (ha h^{-1}). Observa-se que os sistemas de preparo diferiram estatisticamente, sendo que o sistema de plantio direto, apresentou a maior capacidade de campo efetiva nas diferentes coberturas vegetais, pois no sistema de plantio direto foi utilizada a semeadora e o pulverizador. Já no sistema de preparo convencional, a capacidade de campo efetiva foi a menor encontrada, devido à necessidade do uso de uma operação com grade pesada, e duas operações com as grades leves, seguidas da semeadora. Analisando-se os dados da capacidade de campo efetiva em relação às coberturas vegetais, verificou-se que não houve diferenças.

Tabela 11. Valores médios da capacidade de campo efetiva (Cce) (ha h^{-1}) em função dos sistemas de preparo e das coberturas vegetais

Coberturas Vegetais	Sistemas de Preparo do Solo			Médias
	Convencional	Reduzido	Plantio direto	
	-----(ha h^{-1})-----			
Aveia	0,87 a C	1,66 a B	2,45 a A	1,74 a
Sorgo	0,88 a C	1,70 a B	2,44 a A	1,75 a
Espontânea	0,89 a C	1,77 a B	2,43 a A	1,69 a
Médias	0,88 C	1,71 B	2,44 A	

DMS = 0,23 (desdobramento), 0,13 (médias) e CV (%) = 3,74, para os sistemas de preparo do solo e coberturas vegetais.

6.3.4 Consumo horário e operacional de combustível

Na Tabela 12 e 13 são apresentados os consumos de combustível horário (L h^{-1}) e operacional (L ha^{-1}). O preparo convencional, consumiu mais combustível, tanto horário, quanto operacional, diferindo dos demais sistemas, devido à necessidade do uso de uma operação de dessecação com pulverizador, uma gradagem pesada, e duas operações com a grade leve, seguida da semeadora. No plantio direto observou-se o menor consumo de combustível, por utilizar-se, somente, o pulverizador e a semeadora. Apenas no preparo convencional as coberturas influenciaram no consumo de combustível com maiores valores

observados para a vegetação espontânea, por apresentar maior resistência ao corte do disco de corte da semeadora.

Tabela 12. Valores médios do consumo horário de combustível ($L h^{-1}$), em função dos sistemas de preparo e das coberturas vegetais

Coberturas Vegetais	Sistemas de Preparo do Solo			Médias
	Convencional	Reduzido	Plantio direto	
	-----L h ⁻¹ -----			
Aveia	73,03 b A	32,19 a B	22,13 a C	42,45 a
Sorgo	72,82 b A	32,27 a B	21,99 a C	42,36 a
Espontânea	74,61 a A	31,89 a B	22,03 a C	42,84 a
Médias	73,48 A	32,12 B	22,05 C	

DMS = 1,13 (desdobramento), 0,65 (médias) e CV (%) = 1,51, para os sistemas de preparo do solo e coberturas vegetais.

Tabela 13. Valores médios do consumo operacional de combustível ($L ha^{-1}$), em função dos sistemas de preparo e das coberturas vegetais.

Coberturas Vegetais	Sistemas de Preparo do Solo			Médias
	Convencional	Reduzido	Plantio direto	
	-----L ha ⁻¹ -----			
Aveia	63,57 b A	31,00 a B	21,71 a C	38,76 a
Sorgo	64,00 b A	30,70 a B	21,68 a C	38,79 a
Espontânea	65,38 a A	30,31 a B	21,78 a C	39,15 a
Médias	64,32 A	30,67 B	21,71 C	

DMS = 1,19 (desdobramento), 0,69 (médias) e CV (%) = 1,73, para os sistemas de preparo do solo e coberturas vegetais.

6. 4 Variáveis relacionadas à cultura da soja

6. 4.1 Profundidade de semeadura

A profundidade de semeadura não apresentou diferença significativa entre os tratamentos conforme se observa na Tabela 14, sendo que a menor média de profundidade de semeadura para os preparos do solo foi obtida no preparo reduzido. Ao contrário de Mahl et al. (2001), que observaram menor profundidade de semeadura no sistema

de manejo com plantio direto. Considera-se, portanto, que as variações entre os demais parâmetros analisados, não foram devido as profundidades de semeadura.

Tabela 14. Valores médios de profundidade (cm) de semeadura do cultivar de soja IAC 19, em função dos sistemas de preparo e das coberturas vegetais

Coberturas Vegetais	Sistemas de Preparo do Solo			Médias
	Convencional	Reduzido	Plantio direto	
-----cm-----				
Aveia	5,8	5,4	5,6	5,6
Sorgo	5,7	5,4	5,7	5,6
Espontânea	5,6	5,3	5,7	5,5
Médias	5,7	5,4	5,7	

DMS = 0,62 (desdobramento), 0,38 (médias) e CV (%) = 18,75, para os sistemas de preparo do solo e coberturas vegetais.

6.4.2 Altura de Plantas

Não foi observada diferença significativa entre os tratamentos em relação à altura de plantas, conforme pode se verifica na Tabela 15. Os resultados são concordantes aos obtidos por Medeiros et al. (2001), que avaliaram algumas características agrônômicas da cultura da soja em diferentes preparos do solo no cerrado de Roraima e não detectaram diferenças significativas com relação à altura de plantas. Lopes (2001), comparando sistemas de preparo do solo na cultura da soja, verificou que no plantio direto as plantas de soja apresentaram-se mais baixas que no sistema convencional, sendo que a altura média para o plantio direto foi de 50,18 cm e no convencional foi de 67,57 cm.

Tabela 15. Valores médios de altura de plantas (cm) do cultivar de soja IAC 19, em função dos sistemas de preparo e das coberturas vegetais.

Coberturas Vegetais	Sistemas de Preparo do Solo			Médias
	Convencional	Reduzido	Plantio direto	
-----cm-----				
Aveia	77,05	70,95	73,85	73,95
Sorgo	76,55	70,05	71,25	72,62
Espontânea	75,50	77,50	76,90	76,60
Médias	76,37	72,83	74,00	

DMS = 11,49 (desdobramento), 6,63 (médias) e CV (%) = 8,74, para os sistemas de preparo do solo e coberturas vegetais.

6.4.3 Populações inicial e final de plantas

Os valores de populações inicial e final de plantas de soja são mostrados nas Tabelas 16 e 17. Verifica-se que não ocorreram diferenças significativas entre os tratamentos. Isto pode ser explicado devido às condições climáticas não comprometerem a emergência e o estabelecimento das plantas, além de não ter havido déficit hídrico durante o ciclo da cultura. Portanto, o efeito dos tratamentos não se fez pronunciar quanto a população de plantas, que não apresentaram diferenças significativas. Experimento conduzido no sudoeste dos Estados Unidos, por Bishno e Anaele (1992) resultou menor população de plantas de soja no sistema de plantio direto em comparação com o preparo do solo com aração no inverno e gradagem na primavera. Segundo os autores, o melhor contato solo-semente foi proporcionado pelo preparo convencional.

Pode-se afirmar, baseado nos resultados apresentados nas Tabelas 16 e 17, que o número de plantas por hectare ficou dentro do intervalo recomendado pela empresa produtora das sementes de soja utilizada no experimento. Yano et al. (2001) comparando a população inicial e final da cultura da soja entre os tratamentos de manejo do solo sobre a cobertura do sorgo mostrou que o plantio direto apresentou maior número de plantas, valor este significativamente superior ao apresentado pelo cultivo mínimo.

Tabela 16. Valores médios da população inicial de plantas (plantas m^{-1}) do cultivar de soja IAC 19, em função dos sistemas de preparo e das coberturas vegetais

Coberturas Vegetais	Sistemas Preparos de Solo			Médias
	Convencional	Reduzido	Plantio direto	
	----- plantas m^{-1} -----			
Aveia	15,44	14,98	15,68	15,36
Sorgo	14,98	14,98	15,21	15,05
Espontânea	15,44	15,44	15,21	15,36
Médias	15,28	15,13	15,36	

DMS = 0,18 (desdobramento), 0,10 (médias) CV (%) = 2,59, para os sistemas de preparo do solo e coberturas vegetais.

Tabela 17. Valores médios da população final de plantas (plantas m⁻¹) do cultivar de soja IAC 19, em função dos sistemas de preparo e das coberturas vegetais

Coberturas Vegetais	Sistemas de Preparo do Solo			Médias
	Convencional	Reduzido	Plantio direto	
	----- plantas m ⁻¹ -----			
Aveia	13,25	13,03	13,54	13,25
Sorgo	13,03	12,96	12,74	12,88
Espontânea	13,25	12,74	12,46	12,81
Médias	13,18	12,88	12,88	

DMS = 0,21 (desdobramento), 0,12 (médias) e CV (%) = 13,23, para os sistemas de preparo do solo e coberturas vegetais.

6.4.4 Altura de inserção da primeira vagem

Avaliando-se os valores obtidos para a altura de inserção da primeira vagem, verificou-se que não ocorreram diferenças significativas entre as médias de preparo do solo, conforme pode ser constatado na Tabela 18. Entre as médias das coberturas vegetais houve diferença significativa, sendo que a cobertura vegetal espontânea, diferenciou-se da aveia, mas foi igual ao sorgo e o tratamento que apresentou a maior inserção da primeira vagem foi o preparo convencional, com a cobertura vegetal espontânea. Este dado permite inferir a quantificação de perdas na colheita mecanizada, pois, quanto menor a inserção da primeira vagem, provavelmente, maiores índices de perdas na colheita ocorrerão. Weirich Neto e Justino (1994) observaram que as perdas de grãos na colheita aumentaram à medida que a cultura da soja apresentou maior altura de inserção da primeira vagem, que variou de 12,54 a 22,15cm.

Tabela 18. Valores médios de altura de inserção da primeira vagem (cm) do cultivar de soja IAC 19, em função dos sistemas de preparo e das coberturas vegetais

Coberturas Vegetais	Sistemas de Preparo do Solo			Médias
	Convencional	Reduzido	Plantio direto	
	-----cm-----			
Aveia	12,43	10,98	10,85	11,42 b
Sorgo	13,83	11,83	15,10	13,58 a
Espontânea	15,20	13,83	14,68	14,57 a
Médias	13,82	12,21	13,54	

DMS = 5,13 (desdobramento), 2,96 (médias) e CV(%) = 22, para os sistema de preparo do solo e coberturas vegetais.

6.4.5 Massa de mil grãos

Verifica-se a Tabela 19, que os valores obtidos da massa de mil grãos de soja não apresentaram diferenças estatísticas significativas entre os tratamentos. Observou-se apenas que, a média obtida para o preparo convencional do solo foi significativamente superior àquelas observadas para o preparo reduzido e o plantio direto. Resultados semelhantes foram relatados por Mello (1987); Gabriel Filho, (1998); Siqueira (1999); Borghi e Mello (2001) e Lopes (2001).

Tabela 19. Valores médios do peso de mil grãos (g) para o cultivar de soja IAC 19, em função dos sistemas de preparo e das coberturas vegetais

Coberturas Vegetais	Sistemas de Preparo do Solo			Médias
	Convencional	Reduzido	Plantio direto	
	-----g-----			
Aveia	152,22	145,98	147,38	148,53
Sorgo	148,13	128,08	136,90	137,70
Espontânea	155,65	129,45	130,38	138,49
Médias	152,00 A	134,50 B	138,22 AB	

DMS = 29,73 (desdobramento); 17,16 (média) e CV (%) = 11,89, para os sistemas de preparo do solo e coberturas vegetais.

6.4.6 Número de vagens por planta

Em relação à variável “número de vagens por planta”, avaliada na Tabela 20, constata-se que houve diferença significativa entre os métodos de preparo de solo, e entre as condições de cobertura vegetal. O plantio direto apresentou menor valor, diferenciando-se do preparo convencional e do reduzido. Entre as médias de coberturas vegetais, a que apresentou maior número de vagens por planta, foi a aveia, seguida do sorgo e da vegetação espontânea, respectivamente. Maiores médias foram observados no preparo convencional com cobertura vegetal de aveia preta, com um valor de 8,69 vagens por planta. Santos (2000) não observou influência do sistema de manejo do solo, seja o plantio direto sobre a palhada de crotalária ou preparo convencional, com uma aração e duas gradagens niveladoras sobre o número de vagens por planta.

Tabela 20. Valores médios de número de vagens por planta do cultivar de soja IAC 19, em função dos sistemas de preparo e das coberturas vegetais

Coberturas Vegetais	Sistemas de Preparo do Solo			Médias
	Convencional	Reduzido	Plantio direto	
	-----n° de vagens planta ⁻¹ -----			
Aveia	75,5 a A	74,99 a A	65,25 a B	70,73 a
Sorgo	69,89 ab A	66,26 b A	63,20 a A	66,42 b
Espontânea	65,45 b A	65,77 b A	64,32 a A	65,29 b
Médias	70,22 A	68,89 A	63,20 B	

DMS = 0,42 (desdobramento); 0,24 (médias) e CV(%) = 2,85, para os sistemas de preparo do solo e coberturas vegetais

6.4.7 Número de grãos por vagens

Verifica-se na Tabela 21, que entre os métodos de preparo do solo e coberturas vegetais estudadas, o tratamento que apresentou significativamente o maior número de grãos por vagem foi o tratamento com preparo do solo reduzido com cobertura vegetal de aveia. O plantio direto teve o menor número de grãos por vagem, sendo que o convencional foi o que apresentou o maior número de grãos por vagem, não diferindo do reduzido. Dentro das coberturas vegetais, a aveia preta proporcionou o maior número de grãos por vagem, diferindo das coberturas de sorgo e vegetação espontânea. Medeiros et al (2001), que avaliaram algumas características agrônômicas da cultura da soja em diversos preparos de solo no cerrado de Roraima, não detectaram diferenças significativas com relação ao número de grãos por vagem.

Tabela 21. Valores médios de número de grãos por vagem do cultivar de soja IAC 19, em função dos sistemas de preparo e das coberturas vegetais.

Coberturas Vegetais	Sistemas de Preparo do Solo			Médias
	Convencional	Reduzido	Plantio direto	
	n° de grãos por vagem ⁻¹			
Aveia	3,24 a A	3,28 b A	2,19 a B	2,86 a
Sorgo	2,69 b A	2,53 b A	2,28 a A	2,49 b
Espontânea	2,37 b A	1,56 b A	2,37 a A	2,49 b
Médias	2,76 A	2,72 A	2,28 B	

DMS = 0,14 (desdobramento); 0,08 (médias) e CV(%) = 5,04, para os sistemas de preparo do solo e coberturas vegetais

6.4.8 Produtividade

Analisando os valores da Tabela 22, verifica-se que entre os métodos de preparo do solo e coberturas vegetais estudadas, os valores de produtividade média de grãos não diferiram estatisticamente por Tukey a 5%, em conformidade com os resultados obtidos por Derpsch (1985), com soja após a aveia preta, assim como Santos et al. (1995). Também em ensaio conduzido por Kluthcouski et al. (2000), não foi constatados efeito dos preparos de solo com gradagem pesada, aração profunda, escarificação profunda sobre a produtividade de grãos de soja.

Apesar de não diferenciar estatisticamente, o plantio convencional com cobertura de vegetação espontânea foi o tratamento com maior produtividade de grãos (1530 kg ha⁻¹), sendo superior 298 kg ha⁻¹ ao método de plantio direto com vegetação espontânea, que apresentou a menor produtividade.

Provavelmente, o método de preparo convencional, favoreceu uma maior produtividade de grãos, devido à maior incorporação, disponibilizando nutrientes do resíduo vegetal através da mineralização. Os menores valores de produtividade no plantio direto ocorreram por apresentarem menores números de grãos por vagem e vagens por planta.

Os resultados de produtividade de grãos da cultura da soja, obtidos no experimento, foram menores que a média do Estado de São Paulo, que é de 2730 kg ha⁻¹, segundo FNP (2004). Esses valores de produtividade foram influenciados pelo ataque do fungo roselinea (*Roselinea necatrix*), que se aloja no sistema radicular das plantas de soja, impedindo a absorção de nutrientes. Quando os fungos se estabeleceram as plantas de soja encontravam-se no estágio de enchimento de grãos, assim acarretando menores produtividades.

De uma maneira geral, o preparo convencional apresentou maior produtividade de grãos, provavelmente devido à maior massa de mil grãos, número de vagens por planta e número de grãos por vagem.

Tabela 22. Valores médios de produtividade de grãos (kg ha^{-1}) do cultivar de soja IAC 19, em função dos sistemas de preparo e das coberturas vegetais

Coberturas Vegetais	Sistemas de Preparo do Solo			Médias
	Convencional	Reduzido	Plantio direto	
	-----(kg ha^{-1})-----			
Aveia	1470	1507	1375	1451
Sorgo	1463	1276	1338	1359
Espontânea	1530	1363	1232	1375
Médias	1488	1382	1315	

DMS = 354,15 (desdobramento); 204,47 (médias) e CV(%) = 14,37, para os sistemas de preparo do solo e coberturas vegetais.

7. CONCLUSÕES

Os resultados obtidos permitiram concluir que:

O método de plantio direto foi o tratamento que manteve maior cobertura vegetal na superfície do solo, seguido dos métodos de preparo reduzido e convencional.

O método de preparo convencional apresentou o maior consumo horário e operacional de combustível quando comparado com os métodos de preparo reduzido e de plantio direto.

Não foram constatadas diferenças estatísticas significativas entre os tratamentos, para as seguintes variáveis: profundidade de semeadura; altura de plantas; populações inicial e final de plantas e produtividade de grãos.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, F. S. Controle de plantas daninhas em plantio direto. Cir. tec IAPAR, n.67 p. 1-34, 1991.

ALVARENGA, R. C. FERNANDES, B., SILVA, T. C. A., RESENDE, M. Estabilidade de agregados de um Latossolo Roxo sob diferentes métodos de preparo do solo e de manejo da palhada do milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 10 p. 273, 77, 1993.

ANDRADE, M. J. B., ALVARENGA, P. E., CARVALHO, J. G., SILVA, R., NAVES, R. L. Influência do nitrogênio, rizobio e molibdênio sobre o crescimento, nodulação radicular e teores de nutrientes do feijoeiro. **Revista Ceres**, v.45, n.257, p.65-79, 1999.

ARAUJO, N., FERNANDES, F. M., BUZETTI, S. W. V. Níveis críticos de fósforo em Latossolo Vermelho Escuro sob o cerrado para a soja. **Cultura Agronômica**, Ilha Solteira, v.4, n.1, p159-70, 1996.

AZOOZ, R. H., LOWERY, B., DANIEL, T. C., ARHAD, M. A. Impact of tillage and residue management on soil heat flux. *Agric. Forest Meteorol.* v. 84, p.71-8,1995.

BENEZ, S. H. *Estudo da densidade aparente na semeadura na cultura do milho*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 11, 1981, BRASÍLIA, **Anais...** BRASÍLIA, Ed. Terra, 1983, p. 1457-67.

BENEZ, S. H. **Estudo do cultivo mínimo na cultura do milho (*Zea mays* L.) em solo Podzólico Vermelho Amarelo var. Laras**. 1972 f. Tese (Doutorado) - Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 1972.

BERTOL, O. J., FISHER, I. I. Semeadura direta versus sistemas de preparo de reduzido:efeito na cobertura do solo e no rendimento da cultura da soja. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.17, n 2, p. 87-96, 1997.

BISHNO, U. R., ANAELE, A. Effect of tillage, weed control method and row spacing on soybean yield and certain soil properties. **Soil and Tillage Research**. v.23, p.333-342, 1992.

BOLLER, W., GAMERO, C. A., PEREIRA, J. O. Avaliação de diferentes sistemas de preparo e de condições de cobertura do solo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 25, 1996, Bauru. **Resumos...**Bauru: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 1996, pág. 160.

BORGHI, E., MELLO, L. M. M. Cobertura do solo na cultura do milho (*Zea mays* L.) sob diferentes sistemas de manejo do solo e da palhada de milheto (*Pennisetum americanum*). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 30, 2001, Foz do Iguaçu, **Trabalhos apresentados...** Foz de Iguaçu: Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 2001. (Editado em CD-ROM).

BORTOLUZZI, E. C., ELTZ, F. L. F. Efeito do manejo mecânico da palhada de aveia preta sobre a cobertura, temperatura, teor de água no solo e emergência da soja em sistema de plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do solo**, Campinas, v.24, n. 2, p. 449-457, 2000.

CAIRES, E. F., FONSECA, A. F. Produção de milho, trigo e soja em função das alterações das características químicas o solo pela aplicação de calcário e gesso na superfície, em sistema de plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do solo**, v.23, p. 315-27, 2000.

CAMPOS, B. H. C., REINERT, D. J., ALBUQUERQUE, J. A, NICOLODI, R. Avaliação temporal da umidade do solo como consequência do tipo e percentagem de cobertura vegetal. **Ciência Rural**, v. 24, n. 3, p. 459-463, 1994.

CAMPOS, B. H., ALBUQUERQUE, J. A, NICOLODI, R. Avaliação da umidade do solo como consequência de algumas coberturas vegetais. **Ciência Rural**, v.42, n. 2, p. 419-467, 2000.

CHAILA, S. Metodos de evaluacion de malezas para estudios de poblacion y control. **Malezas**, v.14, n.2, p.1-78, 1986.

COSTA, J. A., MANICA, I. **Cultura da soja**. Cargill, 233 p. 1996.

CUNHA, A. A., SILVEIRA, P. M., SILVA, J. G., ZIMMERNMAM, F. J. .P. Variabilidade da produtividade de grãos de milho e de feijão em um Latossolo submetido a diferentes preparos do solo. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.22, n.1, p.93-100, 2002.

DEBARBA, L., AMADO, T. J. C. Desenvolvimento de sistemas de produção de milho no sul do Brasil com características de sustentabilidade. **Rev. Bras. Ciênc. Solo**, v.21, p.473-80, 1997.

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

DENARDINI, J. E. Manejo adequado do solo para áreas motomecanizadas. In: SIMPÓSIO DE MANEJO DO SOLO E PLANTIO DIRETO NO SUL DO BRASIL, 1; SIMPOSIO DE CONSERVAÇÃO DE SOLO DO PLANALTO, 3, 1983, Passo Fundo. **Anais...** Passo Fundo; Projeto integrado de uso e conservação do solo, Universidade Federal de Passo Fundo, p. 107-123, 1984.

DERPSCH, R., SIDERAS, N., HEINZMANN, F. X. Manejo do solo com coberturas verdes de inverno. **Pesqui. Agropecu. Bras.**, v.20, p. 761-73, 1985.

DERPSCH, R., ROTH, C. H., SIDIRAS, N., KOPKE, U. **Controle da erosão no Paraná, Brasil**: sistemas de cobertura de solo, plantio direto e preparo conservacionista do solo. Eschborn: GTZ, 272 p. 1991.

DERPSCH, R., CALEGARI, A. Plantas para a adubação verde de inverno. **Circ. Inst. Agron. Paraná**, n.73,p.1-78, 1992.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Manual de métodos de análises do solo**. 2.ed. Rio de Janeiro, Ministério da Agricultura e do Abastecimento, 1997. 221p.

EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Rio de Janeiro, 1999.

FERNANDES, J. C. **Comportamento de cultivares de algodoeiros submetidos ao preparo do solo com gradagem pesada e com escarificador e avaliação de leguminosas e gramíneas visando à interação lavoura pecuária no Vale do Iuiu, Região Sudoeste da**

Bahia, 2004. 112 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias)- Faculdade de Agronomia, Universidade Federal da Bahia.

FERNANDES, L. A., VASCONCELOS, C. A., NETO, A. E. F., RASCOE, R., GUEDES, G.A.A. Preparo do Solo e Adubação Nitrogenada na Produção de Grãos e Matéria Seca e Acúmulo de Nutrientes pelo Milho, **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.34, n.9, p.1691-1698, 1999.

FERREIRA, D. F. Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows versão 4.0. In: Reunião Anual da Região Brasileira da Sociedade internacional de Biometria, 45, 2000, Departamento de Ciências Exatas, Universidade Federal de Lavras (UFLA), Lavras, MG.

FNP Consultoria e Comércio. **Agrianual** 2004. Soja. São Paulo, 2004. p. 473-509.

FRONZA, D., AMADO, T. J. C., KRAMPE, R. Efeito imediato no preparo do solo na cobertura, rugosidade superficial e infiltração de água. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 22, 1993, Ilhéus. **Anais....** Ilhéus: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 1993. p.2904-15.

FURLANI, C.E.A., LOPES, A., ABRAHÃO, F. Z., LEITE, M. A. S. Influencia da velocidade da semeadora na cultura do milho em diferentes condições de preparo do solo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 28, 1999, Pelotas. **Anais...** Pelotas: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 1999.

GABRIEL FILHO, A. **Avaliação de cinco formas geométricas de corpos de arados de preparo de dois tipos de solo e do comportamento da cultura do milho.** (*Zea mays* L.). Botucatu, 1998. 134 f. Tese (Doutorado em Agronomia / Energia na Agricultura) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista.

GAMERO, C. A., SIQUEIRA, R. LEVIEN, R., SILVA, S. 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...**; Universidade Federal da Paraíba, 1997.

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.01-09.

GREGO, C. R. **Avaliação de sistemas de preparo do solo e manejo da cobertura vegetal espontânea na cultura do feijão** (*Phaseolus Vulgaris* L.) Botucatu, 2000.113 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Energia na Agricultura) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista.

HECKLER, J. C.; FERNANDES, F. M. Sorgo: Cultura importante nos sistemas de produção de grãos em plantio direto na região Centro Oeste do Brasil. **Revista Plantio Direto**, Passo Fundo, n. 61, p.11, 2001.

HERNANI, L. C., SALTON, J. C., FABRICIO, A. C., DEDECEK, R., ALVES JUNIOR, M. Perdas por erosão e rendimento de soja e trigo em diferentes sistemas de preparo de um latossolo Roxo de Dourados (MS). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 21, n. 4, p. 667-676, 1997.

HERNANI, L. C., SALTON, J. C. Manejo e conservação do solo. Embrapa. **Milho**: Informações Técnicas. Dourados, p. 39-67, 1997.

KAELEM, E. M.; DORAM, R. O. Fertilidade do solo da região do Cerrados e produtividade da soja no manejo da fertilidade, Campo Grande, v. 20, n. 5, p.676, 1983.

KICHEL, A. MACEDO, M. C. **Milheto**. Campo Grande: EMBRAPA/CNPGC, 1986. 2p. (EMBRAPA/CNPGC, v.7, n.2).

KIEHL, E.J. **Manual de edafologia**. São Paulo: Ceres, 1979. 264p.

KLUTHCOUSKI, J., FANCELLI, A., DOURADO NETO, D., RIBEIRO, C. M., FERRARO, L. A. Manejo do solo e o rendimento da soja, milho, feijão e arroz em plantio direto, **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 57 n. 1, p. 97-104, 2000.

LAFLEN, J. M., AMEMIYA, A., HINTZ, E. A. Measuring crop residue cover. *Soil Water Conserv.*, v.36, p.341-3, 1981

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. 125 f. Tese (Doutorado em Agronomia / Agricultura) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista.

LOPES, A. C. Efeitos do sistema de manejo na cultura da soja. *Ciência Rural*, v.42, n.2, p.57-61, 2001.

MAHL, D., GAMERO, C. A., FURLANI, C. E. A. Manutenção da cobertura do solo na operação de semeadura de milho sob a variação de velocidade. ENCONTRO CIENTÍFICO DE PÓS-GRADUANDOS DA FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS, 3,2001, Jaboticabal, **Trabalhos apresentados ...** Jaboticabal: Universidade Estadual Paulista, 2001. (Editado em CD-ROM).

MARQUES, J. P. BENEZ, S. H. PONTES, J. R. V. 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, 28, 1999, Pelotas. **Trabalhos publicados... Pelotas**: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 1999 (Arquivo MAA 098, Editado em CD-ROM).

MATA, M. N. Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. 2. ed. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fósforo, 1997. 319 p.

MATA, J. de D. V., GONÇALVES, A. C. A., VIEIRA, S. R. Variabilidades espacial da macroporosidade do solo em área irrigada antes do preparo e após a colheita sob dois sistemas de preparo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 26, 1997, Campina Grande. **Anais...** Campina Grande: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 1997. (Arquivo EAS 208, editado em cd-rom).

MAZUCHOWSKI, J.Z., DERPSCH, R. **Guia de preparo do solo para culturas anuais mecanizadas**. 65 p., 1984.

MEDEIROS, R. D., LUZ, F. J. F., SCHWENGLER, D. R., ARAUÚJO, L. F., MOREIRA, M. A. B. Efeitos de diferentes sistemas de preparo do solo em soja no cerrado de RORAIMA. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 29, 2001, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, Universidade Federal do Ceará, 2000 (Editado em CD-ROM).

MELLO, L. M. M. **Efeitos de tipos de preparo sobre as características do solo e da cultura da soja (*Glycine max (L.) Merril***. Botucatu, 1987. 81p. Dissertação (Mestrado em Agronomia-Energia na Agricultura)- Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista.

MELLO, L. M. M. **Efeitos de Diferentes Sistemas de Preparo do Solo na Cultura da Soja (*Glycine Max (L.) Merril*) e Sobre Algumas Propriedades de um Latossolo Vermelho Escuro de Cerrado**. Botucatu, 1988. 132 f. Tese (Doutorado em Agronomia / Energia na Agricultura) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista.

MIALHE, L. G. Maquinas agrícolas: ensaio & certificação. Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, 1996. p.789.

MORAES, M. H., BENEZ, S. H. Efeitos de diferentes sistemas de preparo do solo em algumas propriedades físicas de uma Terra Roxa Estruturada e na produção de milho para um ano de cultivo. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.16, n. 2, p 31-40, 1996.

OGAWA, K., FRANS, C.A. B., FOLLE, S. M. Observações no efeito da distribuição mecânica das camadas compactadas do solo: mudanças físico-químicas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 26, 1997, Campina Grande. **Anais...** Campina Grande: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 1997. (Arquivo MAG 066, editado em cd-rom).

OGAWA, K. Manejo da vegetação espontânea e desempenho de alguns equipamentos e feitos no milho. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 30, 2001, Foz do Iguaçu, **Trabalhos apresentados...**Foz do Iguaçu: Universidade do Oeste do Paraná, Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 2001. (Editado em CD-ROM).

OLIVEIRA Jr, C., CONSTANTIN, J. **Plantas daninhas e seu manejo**. Guaíba-RS, agropecuária, 362 p., 2001.

OLIVEIRA, M.F.B. **A cultura da soja implantada em diferentes coberturas e manejos do solo em áreas pastagem degrada**. Botucatu, 2002. 100 f. Dissertação (mestrado em Agronomia / Energia na Agricultura)- Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista.

PEREIRA, E.S. **Avaliações Qualitativas e Quantitativas das Plantas Daninhas na Cultura da Soja Submetida aos Sistemas de Plantio Direto e Convencional**. Botucatu, 1996. 76 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia / Proteção de Plantas) - Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista.

PITOL, C. Espécies para cobertura do solo no Mato Grosso do Sul. In CENTRO NACIONAL DE PESQUISA DE TRIGO / EMPRAPA, Fundação ABC, **Plantio direto no Brasil**. Passo Fundo: Aldeia norte, p. 163- 166, 1993.

PONTES, J. R. V. **Manejo da vegetação espontânea , desempenho dos equipamentos e efeitos na cultura do milho (Zea mays L.)**. Botucatu, 1999. 73 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia / Energia na Agricultura) - Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista.

PORTELLA, J. A, FAGANELLO, A. Índice de emergência de plântulas de soja e milho em semeadura direta no Sul do Brasil. **Engenharia Agrícola** v.7, p.71- 78, 1997.

POTTKER, P, ROMAN, E. S. Efeito de resíduos de cobertura e pousio de inverno sobre a resposta do milho a nitrogênio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.29, p.763-70, 1994.

PRADO, A. M. Efeito do preparo do solo e semeadura realizado em vários teores de umidade sobre o estado do meio e sua interação com o rendimento do milho. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 21, 1996, Londrina. **Resumos...** Londrina: Associação Brasileira de Milho e Sorgo, IAPAR, 1996.p.143.

RIBEIRO, D. M. G. Correção do solo e adubação da cultura da soja. In: Arantes, M. E., SOUZA, P. I. M. Cultura da soja no Cerrado. Piracicaba: **Associação Brasileira de Pesquisa da Potassa e do Fosfato**, 2000. p.187 -198.

SANTOS, H. P., FANCELLI, A. L., REIS, E. M. Balanço energético de sistemas de culturas para trigo, em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v. 29, p. 1067-73, 1995.

SANTOS, H. P. Rotação de culturas em Guarapuava. XVII- Eficiência Energética dos sistemas de rotação e preparo. **Pesqui. Agropecu. Bras.**, v.42, p.1075-81, 2000.

SCHULTZ, L. A. **Manual do plantio direto: técnicas e perspectivas**, 1ª ed., 83 p.1978.

SEGRANFREDO, M. L., ELTZ, F. L. BRUM, C. R. Perdas de solo, água e nutrientes por erosão em sistemas de culturas em plantio direto. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, v.21, p.287-91, 1997.

SIDEIRAS, N., DERPSCH, R., MONDARDO, A. Influência de diferentes sistemas de preparo de solo na variação da umidade e rendimento da soja, Latossolo Roxo distrófico. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, v.7, 103-6, 1983.

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. **Energia na Agricultura** (Botucatu), v.12, n.3, p.10-5,1997.

SILVA, A.R.B. **Comportamento de Variedades/Híbridos de Milho (*Zea mays* L.) em Diferentes Tipos de Preparo de Solo**. Botucatu, 2000. 93p. Dissertação (Mestrado em Agronomia / Energia na Agricultura) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista.

SILVA, F. F., GONÇALVES, L. C., RODRIGUES, J. A., CORREA, C. E. S., RODRIQUEZ, N. M., BRITO, A. F., MOURÃO, G. B. Qualidade de silagens de híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor* L.) de porte baixo, médio e alto com diferentes proporções de colmos mais folhas/panícula. 1- avaliação do processo fermentativo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v.28, p.14-20, 1999.

SIQUEIRA, R. **Sistemas de preparo em diferentes tipos de coberturas vegetais do solo**. Botucatu, 1999. 191f. Tese (Doutorado em Agronomia / Energia na Agricultura) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista.

SIQUEIRA, R., YAMAO, L.A, CASÃO JR, R., MEDEIROS, G. B., HAMAKAWA, P. J., LADEIRA, A. S. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 22, 1993, Ilhéus. **Anais...** Ilhéus: Sociedade Brasileira Engenharia Agrícola, 1993. p. 1468-84.

SIQUEIRA, R., BOLLER, W., GAMERO, C. A. Eficiência de corte e consumo de energia de um triturador de palhas em diferentes coberturas vegetais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 25, 1996, Bauru. **Anais...** Bauru: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 1996. p.307.

STONE, L. F., MOREIRA, J. A. A. Efeitos de Sistemas de Preparo do Solo no Uso da Água e na Produtividade do Feijoeiro, **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, n.4, p. 835-841, 2000.

TORRES, E., GALERANI, P.R., OLIVEIRA, M.C.N. Avaliação de Sistemas de Produção de Soja: Manejo, Rotação e Cultivares, Centro Nacional de Pesquisa da Soja, documento 36, **Resultados de Pesquisa de Soja 1987/88**, Londrina-PR, p. 238-240, 1988b.

TORRES, E., GALERANI, P. R., OLIVEIRA, M. C. N. Avaliação de Sistemas de Produção de Soja: Manejo, Rotação e Cultivares. Centro Nacional de Pesquisa da Soja, documento 43, **Resultados de Pesquisa de Soja 1988/89**, Londrina-PR, p. 233-237, 1989.

ULBANERE, R. C. **Análise dos Balanços energético econômico relativo à produção e perdas de grãos de milho no Estado de São Paulo**. Botucatu, 1989, 127 p. tese. (Doutorado em Agronomia/ Energia na Agricultura) Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista.

WEIRICH NETO, P. H., JUSTINO, A. Influência da altura de inserção da primeira vagem, população e produtividade sobre as perdas na colheita mecânica de soja (*Glycine max* (L.) Merrill). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 1999, Londrina. **Anais...** Londrina: EMBRAPA SOJA, 1999. p.342.

YANO, E. H., MELLO, L. M. M. TAKAHASHI, C. M. Cobertura do solo em cultivo mínimo e plantio direto no verão sobre resteva de culturas de inverno. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 30, 2001, Foz do Iguaçu, **Trabalhos**

apresentados...Foz do Iguaçu: Universidade do Oeste do Paraná, Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 2001. (Editado em CD-ROM).

ZAGO, E. P. Avaliação de cultivares de milho e soja em métodos de preparo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 30, 2001, Foz do Iguaçu, **Trabalhos apresentados...** Foz do Iguaçu: Universidade do Oeste do Paraná, Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 2001. (Editado em CD-ROM).