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

AVALIAÇÃO DA PRODUTIVIDADE E DEMANDA ENERGÉTICA DE DUAS CULTIVARES DE SOJA TRANSGÊNICA E UMA NÃO TRANSGÊNICA SOB EFEITO DOS PREPAROS DE SOLO.

LEANDRO AUGUSTO FELIX TAVARES

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da Unesp – Campus de Botucatu, para obtenção do título de Mestre em Agronomia (Energia na Agricultura)

BOTUCATU-SP
Fevereiro - 2012

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

AVALIAÇÃO DA PRODUTIVIDADE E DEMANDA ENERGÉTICA DE DUAS CULTIVARES DE SOJA TRANSGÊNICA E UMA NÃO TRANSGÊNICA SOB EFEITO DOS PREPAROS DE SOLO.

LEANDRO AUGUSTO FELIX TAVARES

Orientador: Prof. Dr. Sérgio Hugo Benez
Co-orientador: Prof. Dr. Paulo Roberto Arbex Silva

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da Unesp – Campus de Botucatu, para obtenção do título de Mestre em Agronomia (Energia na Agricultura)

BOTUCATU – SP
Fevereiro – 2012

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

Tavares, Leandro Augusto Felix, 1986-
T231a Avaliação da produtividade e demanda energética de duas cultivares de soja transgênica e uma não transgênica sob efeito dos preparos de solo / Leandro Augusto Felix Tavares. - Botucatu : [s.n.], 2012
xi, 71 f. : il., foto color., gráfs. color., tabs.

Dissertação (Mestrado)- Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agronômicas, Botucatu, 2012
Orientador: Sérgio Hugo Benez
Co-orientador: Paulo Roberto Arbex Silva
Inclui bibliografia

1. Soja transgênica. 2. Demanda energética. 3. Plantio direto. 4. Cultivo mínimo. I. Benez, Sérgio Hugo. II. Silva, Paulo Roberto Arbex. III. Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (Campus de Botucatu). Faculdade de Ciências Agronômicas. IV. Título.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO"

FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS

CAMPUS DE BOTUCATU

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: **"AVALIAÇÃO DA PRODUTIVIDADE E DEMANDA ENERGÉTICA DE DUAS CULTIVARES DE SOJA TRANSGÊNICA E UMA NÃO TRANSGÊNICA SOB EFEITO DOS PREPAROS DE SOLO"**

ALUNO: LEANDRO AUGUSTO FELIX TAVARES

ORIENTADOR: PROF. DR. SERGIO HUGO BENEZ

Aprovado pela Comissão Examinadora

PROF. DR. SERGIO HUGO BENEZ

PROF. DR. LUIZ MALCON MANO DE MELLO

PROF. DR. SILVIO JOSE BICUDO

Data da Realização: 27 de fevereiro de 2012.

Aos meus pais,
Leomar Tavares e Isabel Cristina Félix da Silva pelo exemplo de vida, me ensinando a honestidade e humildade que levarei comigo para sempre.

AGRADEÇO

A minha irmã
Stefanne Denielle Felix Tavares

DEDICO

Aos meus amigos Tiago Pereira Correia, Saulo Fernando Gomes, Camillo Ferrarezi, Neilor Bugoni R. e Almir Pereira pela paciência, amizade e companheirismo.

OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

Ao professor Dr. **Sérgio Hugo Benez** pela oportunidade concedida e pela orientação e ensinamentos.

Ao professor Dr. **Paulo Roberto Arbex Silva** por sua amizade, compreensão e por aceitar o trabalho de co-orientação.

Aos professores **Silvio José Bicudo** e **Kléber Pereira Lanças** pelas sugestões e orientações prestadas para a realização correta das atividades essenciais ao desenvolvimento do trabalho.

A professora **Marta Maria Mischan** pela ajuda na realização da análise estatística dos dados.

Ao coordenador do programa de pós-graduação Energia na Agricultura **Marco Antônio Martin Biaggioni** pela oportunidade oferecida.

A todos os professores do departamento de Engenharia Rural que de alguma forma contribuíram para melhorar este trabalho e minha formação acadêmica.

Ao supervisor do setor de produção vegetal da Fazenda de Ensino Pesquisa e Produção **Mario de Oliveira Munhoz** pelo auxilio na disponibilização de máquinas e equipamentos durante a execução do trabalho no campo.

Aos demais funcionários da Fazenda de Ensino Pesquisa e Produção: Carlos Humberto Barbosa, Aparecido Bessa Ramon, Flavio César Galhardo, Milton Prudente, Acássio Tavares Filho, Jesus Frade Pontes, Pedro Damasceno Alho, Clóvis Aparecido Pires, Ademir Pereira, Josias Florêncio, José Baptista da Silva, Anselmo Ribeiro, Elisabete Martins de Almeida, Luciano Alves, Dirceu Ferreira de Jesus e Antônio Rodrigues pela colaboração na realização do trabalho.

Aos funcionários do Departamento de Engenharia Rural Dejair Martiniano Ribeiro, Rita de Cássia Miranda Gomes, Gisele Aparecida Lúcio, Maury Torres da Silva, Silvio Sabatini Simonetti Scolastici, Emanuel Rangel Spadim, Ailton de Lima Lucas e Gilberto Winckler pela ajuda prestada durante o curso.

A todas as funcionarias da seção de Pós-Graduação pela atenção e orientação em todos os atendimentos durante o curso.

Aos demais colegas de pós-graduação Alisson Augusto Barbieri Mota, Rodolfo Glauber Checheto, Gabriel Albuquerque Lyra, Fabrício Campos Masiero, Givaldo Dantas, Lucas Holanda e Indiamara Marasca.

Aos membros do Grupo de Plantio Direto da Faculdade de Ciências Agronômicas.

À Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES pela concessão da bolsa de estudos, fundamental para a realização deste trabalho.

SUMÁRIO

Página

SUMÁRIO ..... **V**

LISTA DE FIGURAS ..... **IX**

LISTA DE TABELAS ..... **X**

1. RESUMO **1**

2. SUMMARY **3**

3. INTRODUÇÃO **5**

4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA **7**

4.1 Cultura da soja 7

4.2 Tecnologia *RR* 9

4.3 Sistemas de manejo do solo 10

4.4 Demanda Energética 17

5. MATERIAL E MÉTODOS **20**

5.1 Material 20

5.1.1 Campo experimental 20

5.1.2 Solo 21

5.1.3 Medida da precipitação pluvial 21

5.1.4 Equipamentos Agrícolas 22

5.1.5 Agroquímicos 24

5.1.6 Sementes 24

5.1.7 Fertilizantes 25

5.1.8 Determinação da força de tração 25

5.1.9 Sistema eletrônico de aquisição de dados 25

5.1.10 Determinação do teor de água e densidade do solo 25

5.1.11 Massa seca da cobertura vegetal 26
5.1.12 Porcentagem de cobertura vegetal do solo 26
5.1.13 Perfil do solo mobilizado, profundidade de trabalho, área mobilizada e empolamento. 26
5.1.14 Altura de plantas, altura de inserção da primeira vagem 26
5.1.15 Diâmetro de haste 26
5.1.16 Produtividade da cultura 27
5.2 Métodos 27
5.2.1 Descrição dos tratamentos e do experimento 27
5.2.2 Instalação e condução do experimento 28
5.2.3 Aplicação de agroquímicos 28
5.2.4 Cronograma de atividades 29
5.2.5 Densidade do solo 29
5.2.6 Matéria seca da cobertura vegetal 30
5.2.7 Porcentagem da cobertura do solo 30
5.2.8 Avaliação do perfil mobilizado no solo 31
5.2.9 Determinação do empolamento do solo 31
5.2.10 Determinação da patinagem dos rodados do trator 31
5.2.11 Determinação do consumo de combustível do trator 32
5.2.12 Velocidade média de deslocamento do trator 32
5.2.13 Capacidade de campo efetiva 32
5.2.14 Consumo horário de combustível do trator 33
5.2.15 Consumo operacional de combustível do trator 33
5.2.16 Patinagem dos rodados do trator 34
5.2.17 Força média na barra de tração 34

5.2.18 Força máxima na barra de tração 35
5.2.19 Potência na barra de tração 35
5.2.20 Tempo efetivo demandado 36
5.2.21 Uso específico de energia por área 36
5.2.22 População inicial e final de plantas 37
5.2.23 Índice de sobrevivência das plantas 37
5.2.24 Altura de plantas, altura de inserção de primeira vagem e diâmetro de haste 37
5.2.25 Produtividade de grãos 37
5.2.26 Análise estatística dos dados 38
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO 39
6.1 Representação do solo mobilizado pelos preparos. 39
6.2 Porcentagem de cobertura do solo após as operações de preparo do solo e semeadura da cultura da soja. 40
6.3 Densidade do solo antes dos preparos e depois da colheita nos diferentes sistemas de manejo do solo. 41
6.4 População inicial, População final de plantas e Índice de sobrevivência de plantas. 44
6.5 Altura de plantas e altura de inserção da primeira vagem 46
6.6 Diâmetro de haste 48
6.7 Produtividade de grãos de soja 49
6.8 Patinagem dos rodados do trator 51
6.9 Velocidade de trabalho, Capacidade de campo efetiva, Consumo Horário de Combustível, Consumo Operacional de combustível dos conjuntos. 52
6.10 Força média e força máxima na barra de tração 54
6.11 Potência na barra de tração 55

6.12 Tempo efetivo demandado 56

6.13 Uso específico de energia por área 57

6.14 Tabela comparativa do consumo de combustível em relação a produtividade da cultura da soja convencional e transgênica nos três sistemas do preparo de solo 57

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS 61

8 CONCLUSÕES 62

9 REFERÊNCIAS 64

LISTA DE FIGURAS

Figura **Página**

Figura 1: Vista da área experimental antes da implantação da cultura. 21
Figura 2: Distribuição da precipitação pluvial. 22
Figura 3: Esquema da disposição dos tratamentos e blocos no campo. 27
Figura 4: Representação gráfica do solo mobilizado no tratamento com preparo convencional, utilizando grade intermediaria..... 40
Figura 5: Representação gráfica do solo mobilizado no tratameto com cultivo mínimo, utilizando escarificador..... 40

LISTA DE TABELAS

Tabela **Página**

Tabela 1: Análise granulométrica antes da instalação do experimento na profundidade de 0-20 cm. 21
Tabela 2. Porcentagem de cobertura do solo (%) para os tratamentos com preparo convencional, cultivo mínimo e plantio direto, depois da realização dos preparos do solo e após a semeadura da cultura da soja. 41
Tabela 3. Densidade do solo ($g.cm^{-3}$) para o tratamento com cultivo mínimo, antes dos preparos e após a colheita. 42
Tabela 4. Densidade do solo ($g.cm^{-3}$) para o tratamento com preparo convencional, antes dos preparos e após a colheita. 43
Tabela 5. Densidade do solo ($g.cm^{-3}$) para o tratamento com plantio direto, antes dos preparos e após a aolheita. 43
Tabela 6. Comparação entre os tratamentos, cultivo mínimo, preparo convencional e plantio direto depois da colheita para a densidade do solo 44
Tabela 7. População inicial, população final e índice de sobrevivência de plantas nos diferentes tratamentos. 45
Tabela 8. População inicial, população final e índice de sobrevivência para as cultivares 46
Tabela 9. Altura de plantas e altura de inserção da primeira vagem nos diferentes preparos. 46
Tabela 10. Altura de plantas e altura de inserção de primeira vagem nas cultivares. 47
Tabela 11. Diâmetro de haste da cultura da soja nos diferentes sistemas de preparos de solo 48
Tabela 12. Diâmetro de haste para as cultivares. 48
Tabela 13. Produtividade de soja nos diferentes preparos de solo. 49
Tabela 14. Produtividade das cultivares de soja 50
Tabela 15. Patinagem dos rodados do trator para os tratamentos cultivo mínimo (Escarificador) e preparo com grade. 51

Tabela 16. Patinagem dos rodados do trator na operação de semeadura da soja para os diferentes tratamentos de preparo do solo. 52
Tabela 17. Velocidade de trabalho, capacidade de campo efetiva, consumo horário de combustível e consumo operacional de combustível para os tratamentos cultivo mínimo (escarificador) e preparo convencional (grade). 53
Tabela 18. Velocidade de trabalho, capacidade de campo efetiva, consumo horário de combustível, consumo operacional de combustível na operação com semeadora nos diferentes tratamentos de preparo do solo. 54
Tabela 19. Força média (Fm) e força máxima (Fmáx) na barra de tração. 55
Tabela 20. Potência máxima e média na barra de tração do trator (Kw) para os tratamentos preparo com grade e cultivo mínimo (escarificador). 56
Tabela 21. Tempo efetivo demandado nos tratamentos com preparo convencional (grade) e cultivo mínimo (escarificador). 56
Tabela 22. Uso específico de energia por área (kwh ha^{-1}) nos tratamentos com preparo convencional (grade) e cultivo mínimo (escarificador) 57
Tabela 23. Consumo operacional de combustível (coc) e produtividade média de soja convencional e transgênica no preparo sistema plantio direto (spd), cultivo mínimo (cm) e plantio com grade (pcg). 58
Tabela 24. Operações realizadas no sistema plantio direto (spd), cultivo minmo (cm) e plantio com grade (pcg) e respectivos consumo operacional de combustível (coc) 59

1. RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência dos preparos: grade intermediaria, cultivo mínimo e plantio direto na produtividade e demanda energética de dois cultivares de soja transgênica e uma cultivar não transgênica. O preparo do solo visa à melhoria das suas condições físicas, químicas e biológicas. Objetivando com isso uma boa emergência e desenvolvimento das plantas. Os diferentes tipos de preparo do solo podem interferir nas características agronômicas e produtividade das plantas e no uso de energia, o que pode ocasionar variação nos custos de produção. Plantas geneticamente modificadas podem ser uma das alternativas quanto à redução de custo de produção das lavouras por reduzirem as aplicações de defensivos, possibilitando alta produtividade das mesmas com menor impacto ambiental. O ensaio foi conduzido no ano agrícola 2010/2011, na Fazenda Experimental Lageado, pertencente à Faculdade de Ciências Agronômicas – UNESP, localizada no município de Botucatu - SP, em área cultivada em sistema de plantio direto há 12 anos. O delineamento experimental foi realizado em fatorial 3x3, em blocos casualizados, os tratamentos foram constituídos de três sistemas de preparo de solo, cultivo mínimo, preparo com grade intermediaria e plantio direto e três cultivares de soja: MGBR-46 Conquista (convencional), Valiosa RR (Transgênica) e Dow 5D688 RR (Transgênica). Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Com os resultados analisados pôde-se observar que houve diferença significativa entre os tratamentos, tanto para preparo do solo como para as cultivares nas variáveis, porcentagem de cobertura do

solo, densidade do solo, população final de plantas de soja, produtividade de grãos e altura de plantas. Os resultados obtidos mostram que o sistema de plantio direto resultou em maior produtividade que o preparo convencional e o cultivo mínimo. A cultivar que obteve maior produtividade foi a Dow 5D 688 RR, seguida da MGBR-46 Conquista e obtendo menor produtividade a cultivar Valiosa RR. O maior uso específico de energia por área foi observado no cultivo mínimo com escarificador, quando comparado ao preparo com a grade. O maior consumo de combustível foi no tratamento cultivo mínimo com escarificador. Os maiores valores de patinagem foram encontrados no sistema de cultivo mínimo, sendo maior que no sistema de preparo convencional. É mais satisfatório para o produtor semear a soja transgênica em sistema de plantio direto, pois a produtividade obtida nesse sistema compensa o gasto com combustível

Palavras-chave: plantio direto, consumo de combustível, cultivo mínimo

PRODUCTIVITY AND ENERGY DEMAND EVALUATION OF TWO CULTIVARS OF TRANSGENIC SOYBEANS AND A NON-TRANSGENIC ONE UNDER SOIL TILLAGE EFFECT.

Botucatu, 2011. p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Energia na Agricultura) - Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista.

Author: LEANDRO AUGUSTO FELIX TAVARES

Adviser: SÉRGIO HUGO BENEZ

Co-adviser: PAULO ROBERTO ARBEX SILVA

2. SUMMARY

Preparation of soil for crops intends to improve its physical and chemical conditions, this way it aims at a good emergence and development of plants. However, the different types of preparation may interfere in the agronomic characteristics of plants, in productivity and energy use; they also influence the machines' fuel consumption, which can cause variation in production costs. Genetically modified plants can be an alternative for reducing the production cost of tilling, enabling their high productivity, with less environmental impact. The objective of this study was to evaluate the influence of the tillage of conventional soil, minimum tillage, and no-tillage on transgenic and conventional soybean productivity, as well as its energetic demand in the three tillage systems. The experiment was carried out during the agricultural year 2010/2011, at the Experimental Farm Lagedo, which belongs to Faculty of Agronomic Sciences - UNESP, located in Botucatu - SP, in area cultivated in no-tillage system for 12 years. The experiment was conducted in a 3x3 factorial, in randomized blocks, in which the factors were three systems of tillage, minimum tillage, conventional tillage and no-tillage and three soybean cultivars: MGBR-46 Conquista (conventional), Valiosa RR (transgenic) and Dow 5d688 RR (transgenic). The data were subjected to analysis of variance by Tukey test at 5% probability. With the analyzed results, a significant difference between treatments could be observed, both for tillage and for cultivars,

in the variables, ground cover percentage, soil density, the final population of soybean plants, grain yield and plant height. The results show that the no-tillage system resulted in higher productivity than conventional tillage and minimum tillage. The cultivar with the highest productivity was the Dow 5D 688 RR, followed by Conquista, and obtaining the lowest productivity: the cultivar Valiosa RR. The highest specific energy use per area was observed in minimum tillage with scarificator, when compared to conventional tillage with the grid, the highest fuel consumption was in minimum tillage treatment with scarificator in conventional soybean planting. The highest slippage values were found in the minimum tillage system, which was higher than in conventional tillage. According to the conditions of the experiment it is more feasible for the producer to sow conventional soybean in tillage system, because the consumption of fuel used by this production system is compensated by the productivity obtained in it.

Keywords: no tillage, fuel consumption, minimun tillage

3. INTRODUÇÃO

Com o aumento da área cultivada, e principalmente com as elevadas produtividades das culturas, a produção agrícola tem apresentado constante crescimento nos últimos anos. Esse desenvolvimento é reflexo de novas tecnologias nos mais diversos setores da área agrícola, principalmente no que se refere ao manejo adequado do solo e na seleção correta das máquinas agrícolas.

O uso e manejo adequado do solo devem proporcionar condições favoráveis para a germinação de sementes, crescimento das raízes e também deve colocar a disposição das culturas, a água e os nutrientes que necessitam, além de contribuir para o controle de pragas, doenças e plantas daninhas.

A desestruturação do solo, a compactação e a redução nos teores de matéria orgânica são considerados os principais indutores da degradação dos solos agrícolas, Preocupados com isso e com o intuito de reduzir o número de operações de preparo de solo, muitos agricultores tem adotado sistemas conservacionistas como o cultivo mínimo e o plantio direto, nesse sistema de manejo realiza-se a mobilização somente na linha de semeadura das culturas, mantendo assim toda cobertura vegetal em sua superfície, havendo vantagens físicas e químicas através da presença constante de matéria orgânica que aumenta os teores de nutrientes e a infiltração de água no solo.

A técnica de preparo reduzido consiste em um preparo mínimo do solo. A subsolagem com hastes até 40 centímetros de profundidade é eficaz para romper as

camadas compactadas, sobretudo onde à situação não é tão crítica. Realizado através de escarificadores e subsoladores, que permitem a manutenção da cobertura vegetal em maior quantidade do que o sistema convencional de preparo.

Devido aos altos custos de produção na agricultura, vários agricultores estão buscando sistemas de produção e novas técnicas de manejo que reduzam a demanda energética em todas as operações agrícolas. O uso da soja transgênica reduz o número de aplicações com herbicidas promovendo com isso uma redução no uso de energia nos sistemas de produção.

A soja é umas das culturas geneticamente modificadas existente no mercado, a tecnologia RR (*Roundup Ready - RR*®) resistente ao herbicida glyphosate, representa uma inovação tecnológica no controle de plantas daninhas. No cultivo da soja transgênica o glyphosate é aplicado tanto em pré-semeadura (dessecação), como em pós-emergência, flexibilizando as práticas de controle químico de plantas daninhas.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência dos preparos: grade intermediaria, cultivo mínimo e plantio direto na produtividade e demanda energética de dois cultivares de soja transgênica e uma cultivar não transgênica.

4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

4.1 Cultura da soja

A cultura da soja (*Glycine max*) é uma das mais importantes no Brasil, com área cultivada superior a 21,3 milhões hectares e produção estimada de 75,31 milhões de toneladas na safra agrícola 2010/2011, volume 9,6 ou 6,62 milhões de toneladas superior a produção obtida na safra 2009/2010. O fator climático foi o principal responsável por esse resultado (CONAB, 2011). O Brasil possui uma grande possibilidade de se tornar o maior produtor mundial de soja, pois dispõe de ampla base tecnológica para a produção, corpo técnico qualificado e novas áreas ainda inexploradas pela cultura, principalmente no cerrado e em área de renovação de canavial.

A necessidade de água na cultura da soja vai aumentando com o desenvolvimento da planta, atingindo o máximo durante a floração-enchimento de grãos (7 a 8 mm.dia-1), decrescendo após este período. Déficits hídricos expressivos, durante a floração e enchimento de grãos, provocam alterações fisiológicas na planta, como o fechamento estomático e o enrolamento de folhas e, como conseqüência, causam a queda prematura de folhas, queda de flores e abortamento de vagens, resultando, por fim, na redução do rendimento de grãos. Para obtenção do rendimento máximo, a necessidade de água na cultura da soja, durante todo o seu ciclo, varia entre 450 a 800 mm, dependendo das condições climáticas, do manejo da cultura e da duração do seu ciclo (EMBRAPA SOJA, 1999).

O grão constitui-se em matéria prima básica, cujo processamento dá origem ao óleo bruto e ao farelo. O processamento destes produtos primários possibilita a obtenção de uma série de produtos secundários, que são utilizados como insumos industriais em diversas outras linhas de processamento, possibilitando assim, a abertura de um enorme leque de opções de uso para a soja, resultando em significativa rede de agronegócios geradora de trabalho, oportunidades de crescimento social e riqueza nacional (BLACK, 2000).

Desde a sua introdução no Brasil, a cultura da soja tem sido conduzida com alto nível técnico em todas as suas operações, passando por diversas mudanças, como alterações nas técnicas de manejo, a exemplo do sistema de semeadura direta, e também nas áreas de cultivo. Entretanto, a presença de plantas daninhas constitui grande problema para a cultura da soja, sendo a necessidade de controlá-las, um imperativo. O grau de interferência das plantas daninhas nas culturas e as perdas dependem da comunidade vegetal infestante (espécie, densidade e distribuição), da cultura (cultivar, espaçamento e densidade), do ambiente (solo, clima e manejo) e do período de convivência (Pitelli, 1985).

O controle de plantas daninhas no cultivo de soja é essencial, pois prejudicam a cultura, competindo pela luz solar, pela água e pelos nutrientes, e, além disso, a presença de tais plantas nas áreas de cultivo oferece problemas que se refletem em perdas na qualidade do produto e no rendimento, por ter sua população reduzida ou por ter o crescimento de vagens comprometido devido ao sombreamento causado pelas mesmas durante o período reprodutivo e até na inviabilização da colheita (Miranda, 2004).

Em relação aos custos de produção, o controle de plantas daninhas representa um dos itens que mais oneram o produtor, variando de 15 a 40% do total utilizado com insumos (Gazziero et al., 1994).

Segundo Landers (1995) a soja é uma das culturas que melhor se adapta em sistema de semeadura direta, a produtividade média da cultura em várias safras obtidas em semeadura direta equivale-se aos demais sistemas de manejo do solo, com pequena vantagem para a semeadura direta.

4.2 Tecnologia *RR*

A soja transgênica (Roundup Ready-RR), resistente ao herbicida glyphosate representa uma inovação tecnológica no controle de plantas daninhas. Em 1997 iniciou-se sua produção comercial na Argentina, anos depois os cultivares RR começaram a ser cultivados no Rio Grande do Sul, mesmo que ilegalmente (Fronza & Zito, 2005).

O fato de o código genético ser o mesmo em todos os seres vivos permite que um gene, parte do DNA que codifica uma proteína, possa ser retirado de uma proteína e inserido no DNA de outro que venha a funcionar como se estivesse no organismo original. Avanços na engenharia genética tem resultado na obtenção de plantas tolerantes a certos herbicidas que usualmente não são seletivos (FOLONI et al., 2005).

O primeiro sucesso mundial de cultura resistente aos herbicidas foi obtido com a soja, através do gene que confere insensibilidade à enzima EPSPS. Esse gene é denominado CP4 e provém de bactéria de solo do gênero *Agrobacterium*. A produtividade, morfologia e constituição das cultivares de soja geneticamente modificada permaneceram iguais às susceptíveis correspondentes. Genótipos de soja portadores deste gene, tratadas com glifosato, nas doses comercias, não apresentam sintomas de fitotoxicidade ou redução de produtividade e qualidade do produto, viabilizando seu uso comercial (Trezzi et al., 2005).

A soja geneticamente modificada com resistência ao herbicida glifosato trouxe novas oportunidades para o controle de plantas daninhas, pois a eficiência de controle do glifosato, a facilidade de uso e a flexibilidade na aplicação são características que conferem o seu grande diferencial quando comparado com herbicidas convencionais (GRUYS e SIKORSKI 1999).

Atualmente, o uso do glyphosate tem sido ainda mais investigado em razão do aumento da necessidade de sua associação a outros herbicidas para manejo de espécies de plantas daninhas consideradas de difícil controle e que apresentam condições de expandir sua população através de seleção na soja transgênica. Entre essas espécies, destacam-se a corda-de-viola (*Ipomoea* spp.) e a trapoeraba (*Commelina* spp.), entre outras, como poaia-branca (*Richardia brasiliensis*), erva-de-santa-luzia (*Euphorbia pilulifera*), erva-de-touro (*Tridax procumbens*), capim-branco (*Chloris dandyana*) e erva-quente (*Borreria latifolia*). Na Argentina, foram registradas mudanças na comunidade infestante, caracterizada por oito

espécies que estão sendo selecionadas, estando entre elas às famílias Convolvulaceae e Commelinaceae (Papa et al., 2002).

O herbicida glyphosate apresenta uma séria de vantagens que são atrativos para o produtor como: ser de simples aplicação, ter amplo espectro de ação, não possuir efeito residual no solo, apresentar alta seletividade a soja, além de ser de baixo custo e mais eficiente que que outros herbicidas existentes no mercado (Silva et al. 2007).

A soja *RR* apresenta alguns benefícios, como: eficiência de controle e flexibilidade de manejo em pós-emergência, dispensa da aplicação de herbicida em pré-emergência, facilidade de adoção da semeadura direta, melhor aproveitamento da área de cultivo, com aumento da produtividade em razão do melhor controle de plantas daninhas, produção mais homogênea e estável, além de ser uma tecnologia de menor custo (Siqueira et al., 2004; Menegatti e Barros, 2007).

Segundo Gordon (2005), há evidências que sugerem que a produtividade da soja resistente a glifosato seja menor do que a das sojas convencionais. Muitos agricultores têm observado que tais produtividades, mesmo sob condições ótimas, não são tão elevadas como esperado.

Analisando custo de produção da soja convencional e da soja transgênica Menegatti (2007), observa que a soja transgênica tem menor custo de produção. A análise dos custos demonstrou que o gasto com herbicidas da soja transgênica é inferior ao gasto da soja convencional. Além disso, apresenta menor custo por hectare de mão-de-obra.

4.3 Sistemas de manejo do solo

Para selecionar os sistemas de preparo periódico corretamente, devem ser levados em consideração a demanda energética e características do solo como a textura e umidade. Maiores conhecimentos e domínios destas tecnologias podem levar a redução dos custos de produção das culturas (KICHLER et al., 2007).

Os tipos de preparos afetam a cobertura do solo, sendo influenciados pela quantidade inicial disponível e forma como estes são manejados. Na medida em que aumenta a superfície do solo preparada, diminui a cobertura, em massa e porcentagem (Conte et al. 2003).

Segundo Davies et al., (1987) existem dos objetivos distintos para o manejo do solo, que são: possibilitar o cultivo de plantas para obter produções elevadas e manter ou melhorar a fertilidade do solo em longo prazo. Em função das práticas de cultivo, os solos utilizados para fins agrícolas têm suas propriedades físicas, químicas e biológicas alteradas. Os diferentes sistemas de cultivo promovem mudanças na composição e arranjo dos constituintes do solo que, em alguns casos, reduzem a produtividade das culturas (SILVA et al., 2006).

Nos sistemas convencionais de preparo, as alterações físicas geralmente se manifestam na densidade, volume e distribuição de tamanho dos poros e estabilidade dos agregados do solo, influenciando a infiltração da água, erosão hídrica e desenvolvimento das plantas (BERTOL et al., 2004).

Com o preparo convencional a estrutura do solo é afetada, com a destruição dos agregados levando ao selamento superficial e à compactação, limitando a infiltração de água e assim prejudicando o desenvolvimento das plantas (SCALÉA, 2007).

O sistema de preparo convencional (aração com arado de discos, na profundidade de até 0,2 m, e duas gradagens, sendo uma com grade niveladora e outra com grade de dentes), assim como o sistema de semeadura direta (revolvimento do solo apenas na linha de semeadura), aumentaram a densidade do solo em todas as camadas (0,05 – 0,10; 0,10 – 0,15 e 0,15 – 0,20 m), quando comparado com solo de mata nativa (COSTA et al., 2003).

Para Castro (1989) o destorroamento excessivo que existe no preparo convencional, facilita o encrostamento superficial do solo. Com isso pode ocorrer o selamento superficial dificultando na emergência das plântulas, podendo ocorrer menores estandes e rendimentos das culturas. CENTURION (1984), estudando sistemas de preparo em solos de cerrados para a cultura da soja, constatou que os sistemas de preparo com: duas gradagens pesadas seguidas de gradagem niveladora, aração mais gradagem pesada e gradagem niveladora, induziram a formação de camadas compactadas a diferentes profundidades, ou seja, 10, 20 e 30 cm, respectivamente.

A função das grades é complementar o preparo do solo realizado pelo arado, no sentido de desagregar torrões e nivelar a superfície do solo facilitando a semeadura, além de destruir sistemas de vasos capilares que se formam na camada superior do solo, a fim de evitar a evaporação de água das camadas mais profundas. Podem ainda ser utilizadas para a

inversão de uma camada superficial do solo para a incorporação de fertilizantes ou defensivos e eliminação de ervas daninhas. (BALASTREIRE, 1988). Para Silveira (1989), a grade de disco apresenta algumas desvantagens como, custo mais elevado, maior depreciação, algumas dificuldades no transporte e uma exigência maior em manutenção com lubrificação diária e afiamento dos discos.

Os diferentes sistemas de manejo dos solos têm a finalidade de criar condições favoráveis ao desenvolvimento das culturas; entretanto, o problema de compactação/adensamento do solo vem aparecendo sistematicamente na região do Cerrado, onde os sistemas convencionais de manejo do solo promovem a desagregação excessiva da camada arável, o encrostamento superficial e a formação de camadas coesas ou compactadas, denominadas pé-de-grade ou pé-de-arado (FREITAS 1994; TAVARES FILHO et al., 2001).

Os sistemas conservacionistas de manejo do solo mostraram-se mais eficazes do que o preparo convencional na redução das perdas de solo e água, em relação ao solo sem cultivo; em relação ao preparo convencional, a semeadura direta foi mais eficaz do que o cultivo mínimo na redução das perdas de solo e água; as perdas de solo foram mais influenciadas do que as perdas de água pelos sistemas de manejo do solo. A perda de N no sedimento da enxurrada foi cerca de nove vezes maior no preparo de solo convencional do que nos preparos conservacionistas, (GUADAGNIN et al., 2005).

Segundo Shertz e Becherer (1994), na conceituação de preparo mínimo ou preparo reduzido no inicio dos anos 60, levava-se em conta apenas à redução da mobilização do solo e do trafego de maquinas, mas com o passar dos anos, cada vez mais se deu a importância aos resíduos culturais que permaneciam na superfície do solo. Nos anos 80 o preparo conservacionista foi definido como um sistema que proporcionasse pelo menos 30 % de cobertura da superfície por resíduos culturais após a semeadura (ALLMARAS; DOWBY, 1985). Já nos anos 90, passou-se a definir preparo conservacionista como um sistema que deixava uma quantidade de resíduos sobre a superfície para protegê-lo da erosão durante todo ano (REEDER, 1992).

Carvalho Filho et al. (2007) concluíram que o preparo do solo com o escarificador atende à condição de manejo conservacionista por proporcionar agregados de maior tamanho e por manter elevada quantidade de resíduos na superfície do solo.

O principal objetivo do cultivo mínimo é a mínima manipulação do solo para uma satisfatória semeadura ou plantio, germinação, lotação, crescimento e produção de uma cultura. As mais frequentes tentativas neste campo têm sido eliminar ou reduzir a severidade de algumas operações, assim como diminuir o tráfego do trator no solo cultivado (PERTICARRARI & IDE, 1988).

A prática da escarificação do solo tem sido indicada e empregada para solos que apresentam suspeitas de compactação, gerando benefícios imediatos com a ruptura das camadas adensadas ou compactadas, como redução da densidade, aumento da rugosidade superficial, condutividade hidráulica e taxa de infiltração de água no solo (Botta et al., 2006).

Em trabalho realizado Rosa et al. (2008) encontraram em um latossolo vermelho escarificado há seis meses maior macroporosidade que um solo escarificado há quatro anos e outro sob semeadura direta há treze anos. Semelhantemente Collares et al. (2006) encontraram efeitos benéficos nas propriedades físicas de um Argissolo Vermelho escarificado , manifesto pelas reduções da densidade e da resistência à penetração e do aumento da macroporosidade na camada superficial do solo.

Camara e Klein (2005) concluiram em experimento realizado em um Latossolo Vermelho que a escarificação do solo sob semeadura direta reduziu a densidade e aumentou a rugosidade superficial, a condutividade hidraulica e a taxa de infiltração de água no solo.

Camadas compactadas superficial e subsuperficial do solo ocasionado pela ação das chuvas, animais, máquinas e implementos podem se constituir em entraves sérios para preparos do solo. Processos naturais como molhamento e secagem, canais de minhocas e raízes, podem quebrar camadas compactadas. Porém o uso de escarificador pode acelerar o processo no início, no entanto, esta operação é de pequena perseverança, pois a compactação é reintroduzida, subseqüentemente, por tráfego ou por preparo (EVANS et al., 1996).

Nos últimos anos a redução do número de operações de preparo do solo tem sido uma preocupação dos agricultores objetivando o controle da erosão, economia de tempo, trabalho e combustível. Com isso o sistema de manejo do solo, utilizando a escarificação está substituindo os métodos convencionais (CASTRO, 1989).

Para Coan (1995) a escarificação é uma alternativa viável como operação de preparo do solo, principalmente onde os equipamentos tradicionais não apresentam bom desempenho no rompimento das camadas compactadas, resultantes do uso intensivo do tráfego de máquinas agrícolas no solo.

Para Silva (2004), o preparo reduzido, pela permanência de considerável quantidade de palha na superfície após a mobilização do solo, reduz o impacto das gotas de chuva, aumenta a infiltração de água e diminui a formação do selamento superficial, mantendo, portanto, uma superfície menos adensada quando comparada às outras duas modalidades de preparo.

O uso do escarificador com cilindro destorroador mantém níveis significantes de cobertura vegetal no solo quando comparados com o mesmo equipamento sem destorroador, seguido por uma gradagem leve (BOLLER; FAVORETTO, 1998). O escarificador tem a função de desagregar o solo, rompendo as camadas compactadas aumentando assim a infiltração de água, minimizando o escoamento superficial, possibilitando que as raízes alcancem maiores profundidades (CASTRO, 1989).

Para Gadanha Júnior et al. (1991) o escarificador é um implemento que tem a função de desagregar o solo no sentido de baixo para cima, efetuando uma mobilização de até 35 centímetros de profundidade. Sendo assim promove o rompimento de camadas compactadas possibilitando a mobilidade de nutrientes no perfil do solo.

Segundo Machado et al. (1996), os mecanismos sulcadores tipo haste apresentam melhores resultados em solos bem drenados, que não possuam restos vegetais, pois este poderá sofrer embuchamento ou danificar-se, levando a irregularidade na abertura dos sulcos e na deposição de sementes e adubos. Os autores ainda dizem que o mecanismo sulcador tipo haste, sendo comparado com disco duplo, exige maior esforço de tração.

O plantio direto é uma técnica de cultivo conservacionista em que o plantio é efetuado sem as etapas do preparo convencional da aração e da gradagem. Nessa técnica, é necessário manter-se o solo sempre coberto por plantas em desenvolvimento e por resíduos vegetais (CRUZ, J.C. et al., 2009).

A semeadura direta, por outro lado, pela redução do tráfego de máquinas e do revolvimento do solo, associado ao uso de plantas de cobertura, pode preservar

e até mesmo recuperar a estrutura do solo, mantendo, dessa forma, o sistema agrícola mais produtivo (Vezzani & Mielniczuk, 2009).

A adesão a essa técnica conservacionista só foi possível devido ao desenvolvimento de máquinas apropriadas, como as semeadoras-adubadoras adaptadas ao sistema de plantio direto, que permitem o corte da palha no momento da semeadura, entretanto a utilização do sistema de semeadura direta associada ao aumento na intensidade do uso do solo tem resultado significativas alterações nas propriedades físicas dos solos (STRECK et al. 2004).

Uma das melhores alternativas para a manutenção da sustentabilidade dos solos agrícolas tem sido a implantação do plantio direto, pois a cobertura vegetal e a palha remanescente protegem o solo contra aquecimentos excessivos e a perda de água, que modificam vários processos físicos químicos e biológicos (SILVA et al. 2006).

Ela é mais eficiente que outros métodos de preparo, pois mantém o C orgânico do solo em níveis adequados, além de proporcionar melhor qualidade, sustentabilidade e capacidade de produção dos solos agrícolas (VEZZANI & MIELNICZUK, 2009)

O sistema de plantio direto tem como característica principal o revolvimento do solo somente na linha de semeadura, mantendo os resíduos vegetais em sua superfície e minimizando os efeitos erosivos das precipitações intensas que ocorrem em climas tropicais (BARIZON, 2001). Segundo Colozzi-Filho (2000) a cobertura morta formada pelo acúmulo de resíduos vegetais nas camadas superficiais diminui as oscilações da temperatura e da umidade na superfície do solo e contribui para a manutenção de temperaturas mais amenas e maior retenção de água no solo em períodos quentes e de estiagem prolongadas.

Uma vez que o plantio direto altera as condições químicas, físicas e biológicas do solo, elas também afetarão o desenvolvimento das plantas e a produtividade. Observa-se maior concentração das raízes das plantas de milho na camada superior do solo em plantio direto, comparado ao convencional. Porém, quanto maior o tempo de adoção do SPD, ou seja, com rotação de culturas, melhor será a distribuição do sistema radicular em profundidade, caracterizando um melhor aproveitamento do volume de solo explorado, levando sempre em consideração o tipo de solo, as condições climáticas de cada local e o nível de fertilidade de cada área avaliada. Embora seja nítida a modificação no sistema radicular,

nem sempre existe uma relação direta entre o número de raízes e o rendimento da cultura (CRUZ, J.C. et al., 2009).

O mesmo autor ainda afirma que devido à drástica redução da erosão, o plantio direto reduz o potencial de contaminação do meio ambiente por sedimentos, e dá ao agricultor maior garantia de renda, pois a estabilidade da produção é ampliada, em comparação aos métodos tradicionais de manejo de solo. Por seus efeitos benéficos sobre os atributos físicos, químicos e biológicos do solo, pode-se afirmar que o sistema plantio direto (SPD) é uma ferramenta essencial para se alcançar a sustentabilidade dos sistemas agropecuários.

Lange (2002) afirma que os três pré-requisitos fundamentais para a implantação do SPD são: o não revolvimento do solo durante a semeadura, a utilização de plantas de cobertura para proteger o solo e melhorar sua fertilidade e a adoção de um sistema de rotação de culturas. O combate às invasoras é feito por meio de herbicidas, deixando, conseqüentemente, uma camada de resíduos vegetais na superfície do solo.

O sistema de plantio direto – SPD – tem demonstrado sua eficácia na solução dos problemas de solo, primeiramente, com a introdução de práticas de cobertura de solo no inverno e a rotação de culturas, sendo que os testes feitos na cobertura de inverno comprovaram seus efeitos nas lavouras de verão. Avaliar os efeitos da eficácia e eficiência do SPD como contribuição decisiva para uma agricultura sustentável em termos ambientais, economicamente competitiva e socialmente equitativa, tem sido o foco de atenção de pesquisadores e produtores, dentro do que se pode denominar “cadeia de sustentabilidade” da agricultura brasileira (ALVIM et al. 2004).

O plantio direto propicia produtividades crescentes ao longo do tempo, em relação ao preparo com grade, ultrapassando as produtividades obtidas com esse preparo, após quatro anos de cultivo. Isto se deve, provavelmente, à melhoria com o passar do tempo nas condições físicas do solo sob plantio direto (SILVEIRA e STONE, 2003).

A técnica de semeadura direta reduz a médio e longo prazo os custos de produção, devido ao menor uso de fertilizantes, agrotóxicos, numero de implementos, de mão-de-obra e ainda reduz o consumo de combustível já que são eliminadas as operações de preparo do solo (CURY, 2000).

Rendimentos médios de soja superiores em tratamento de semeadura direta quando comparada com escarificação e preparo convencional, foram encontrados por Sidiras et al., (1984).

Segundo Alvarenga et al. (2001), grande parte do sucesso do sistema de plantio direto está na palha deixada por culturas de cobertura sobre o solo, somados aos resíduos das culturas comercias criam um ambiente favorável ao crescimento vegetal e contribui para a estabilização da produção e para a manutenção da qualidade do solo.

A avaliação dos perfis mobilizados pelos preparos do solo pode oferecer informações importantes. Segundo DANIEL & MARETTI (1990), dois são os fenômenos decorrentes da operação de preparo periódico: o deslocamento vertical do perfil do solo e a sua área mobilizada, devendo ser realizados levantamentos de três perfis: o perfil da superfície natural, da superfície de elevação e o perfil interno do solo mobilizado. A avaliação das áreas entre os perfis pode ser determinada por meio de gráficos, utilizando-se de técnicas de planimetria ou programas computacionais. FURLANI et al. (2005), avaliando três sistemas de preparo do solo (convencional, escarificação e plantio direto), observou que a superfície do solo, após as operações de preparo, semeadura, cultivos e chuvas, voltou a sua condição original, destacando que, durante a safra da cultura, tem-se aos poucos o retorno à condição original.

4.4 Demanda Energética

Segundo Cordeiro (2000), a avaliação direta do desempenho de tratores em condições de campo é obtida através da instrumentação e monitoramento dos tratores, permitindo a determinação de fatores diretamente relacionados com a eficiência de trabalho do trator.

Para Mclaughlin et al. (2008), com uma seleção adequada do sistema de preparo do solo e correta adequação do trator e implemento, obtém-se redução na demanda energética de máquinas agrícolas. Avaliando o consumo energético de diferentes operações agrícolas mecanizadas, Fernandes et al. (2008) concluíram que os sistemas de preparo do solo, com menos operações por área, obtiveram menor consumo de combustível.

Salvador et al. (2008), avaliando a demanda energética em diferentes sistemas de preparo periódico do solo realizado antes e depois da subsolagem, concluíram que o preparo do solo com escarificação obteve menor requerimento energético, quando realizado depois da subsolagem, entretanto, para os sistemas de preparo periódico do solo que utilizaram arado de discos e grades, apresentou melhor eficiência energética quando realizado antes da subsolagem.

Avaliando o requerimento energético em diferentes sistemas de preparo baseados em aração (discos e aivecas), gradagem (pesada e niveladora) e escarificação num Latossolo Vermelho Amarelo, Salvador et al. (1998) concluíram que a escarificação obteve menor demanda energética quando comparada aos demais sistemas de preparo estudados.

BEUTLER et al. (2003) verificaram que a demanda de tração exigida por uma haste sulcadora tipo facão, em função do tipo de cobertura residual do solo (campo nativo dessecado, aveia e aveia + ervilhaca), número de linhas de semeadura (cultura do milho e da soja, com três e cinco linhas, respectivamente) e da profundidade de atuação da mesma para deposição de adubo (6 e 12 cm), obtiveram os maiores valores de força de tração na semeadura direta sobre o campo nativo dessecado e os menores sobre culturas de cobertura de inverno. O número de linhas e a profundidade de semeadura afetaram os esforços requeridos na tração do sulcador de adubo tipo facão.

Mazetto et al. (2004) concluíram que o consumo horário de combustível e a patinagem do trator foram maiores quando a operação de semeadura foi realizada em sistema convencional e com escarificação ocorrendo, então, maior exigência de força do trator, uma vez que nesses manejos houve maior mobilização do solo quando comparado com o sistema de plantio direto.

Segundo Lanças (1988), o número de hastes tem influencia no consumo especifico operacional, conforme aumenta o número de hastes o consumo diminui, apresentando assim um melhor desempenho.

O mesmo autor estudando o desempenho de subsoladores com diferentes quantidades de hastes afirma que a força de tração aumenta significativamente em função do número de hastes utilizadas.

Para Salvador e Benez (1993) o gasto de energia do arado de discos foi maior que a grade pesada e o escarificador, demonstrando que a escarificação tem melhor aproveitamento energético, consumindo 9,3% menos energia que a gradagem pesada e 20,9% menos que a aração.

Fernandes et al. (2008), avaliando o consumo energético de diferentes operações agrícolas mecanizadas, concluíram que os sistemas com menos operações por hectare obtiveram menor consumo de combustível, destacando a semeadura direta, seguida pelo cultivo mínimo com gradagem leve, vibro escarificador e o preparo convencional, que entre os sistemas estudados teve o pior desempenho.

Ao comparar o consumo de energia e o custo de produção de três sistemas de produção Hermanz et al. (1992) concluíram que em relação ao preparo convencional, o consumo de energia nos sistemas de preparo mínimo e plantio direto reduzem de modo semelhante.

Segundo Furlani et al. (2005), avaliaram o desempenho operacional de uma semeadora-adubadora de precisão em um solo classificado como Nitossolo Vermelho Distrófico Latossólico, através de três métodos de manejo do solo (preparo convencional, uma aração com arado de discos e duas gradagens niveladoras; preparo com escarificador conjugado com rolo destorroador e plantio direto), onde foi verificando que os valores de força e pico de força de tração na barra, patinagem dos rodados motrizes e consumo de combustível foram maiores no preparo com escarificador em relação aos obtidos no preparo convencional e plantio direto.

Pereira (2000), estudando três sistemas de manejo do solo (preparo convencional com grade pesada e grade leve, cultivo mínimo com escarificador e plantio direto) na cultura do milho, concluiu que o cultivo mínimo possibilitou menor força e potência na barra de tração, comparado ao preparo convencional, porem com elevado consumo de combustível.

Segundo Riquetti (2011), o sistema que mais desperdiça energia é o preparo convencional com variedade não transgênica e o de menor gasto energético é o sistema de plantio direto com cultivar transgênica.

5. MATERIAL E MÉTODOS

5.1 Material

5.1.1 Campo experimental

O ensaio foi conduzido no ano agrícola 2010/2011, na Fazenda Experimental Lageado, pertencente à Faculdade de Ciências Agronômicas – UNESP, localizada no município de Botucatu - SP, na região centro oeste do Estado de São Paulo, tendo como coordenadas geográficas aproximadas de Latitude 22° 51’ S e Longitude 48° 26’ W de Greenwich, altitude média de 770 metros, declividade média de 4,5% e clima subtropical chuvoso, apresentando inverno seco, tipo Cfa, de acordo com o critério de Köeppen.

A área experimental vinha sendo cultivada com sistema de plantio direto desde o ano 2000, com rotação de soja e milho no verão e pousio no inverno para a produção de palha. No momento da realização dos preparos a área estava coberta com resíduos vegetais, sendo uma grande porcentagem desta pertencente à cultura do milho (*Zea mays*) cultivada anteriormente e a outra parte pertencente às plantas daninhas dessecadas, com predominância de colonião (*Panicum maximum L.*), carrapicho (*Cencharus echinatus L.*), nabiça (*Brasca rapa L.*), leiteiro (*Heuphorbia heterófila L.*), trapoeraba (*Commelina bengalensis L.*), guanxuma (*Sida spp L.*).



Figura 1: Vista da área experimental antes da implantação da cultura.

5.1.2 Solo

O solo da área experimental foi classificado por Carvalho et. al. (1983) como Terra Rocha Estruturada, sendo adaptado à classificação da Embrapa (1999), como Nitossolo Vermelho Distroférrico.

Tabela 1: Análise granulométrica antes da instalação do experimento na profundidade de 0-20 cm.

Areia ($g.kg^{-1}$)	Argila ($g.kg^{-1}$)	Silte ($g.kg^{-1}$)	Textura
165	450	385	Argilosa

5.1.3 Medida da precipitação pluvial

Para a coleta de dados pluviométricos foi utilizado um pluviômetro com precisão de 2,5 mm, instalado na área experimental no momento da semeadura no dia 25/11/2010 e ficou até o dia da colheita da ultima cultivar no dia 29/04/2011. No período do experimento houve um acúmulo total de 996 mm. Pode-se observar na figura 3 que a maior precipitação ocorre no mês de fevereiro, um pouco atípico, pois as maiores precipitações na região ocorrem em janeiro.

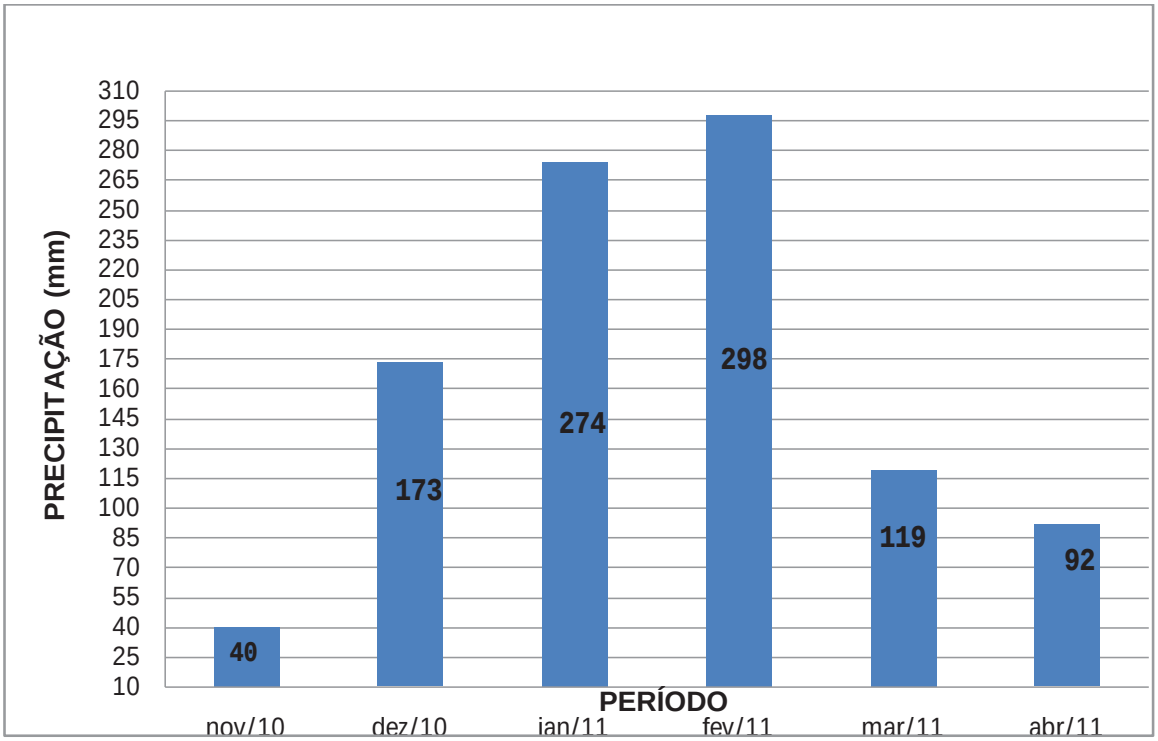


Figura 2: Distribuição da precipitação pluvial.

Observando os dados da distribuição pluvial é possível verificar que não houve déficit hídrico durante as fases de desenvolvimento da cultura, mas sim um excesso de chuva nos meses de janeiro e fevereiro, contudo no mês de novembro, no momento da semeadura ocorreu uma chuva de 40 mm e passaram-se sete dias para ocorrer uma nova precipitação, isso ocasionou um fenômeno chamado de selamento superficial do solo que interferiu na emergência de plântulas e assim ocasionou um estande inicial baixo.

5.1.4 Equipamentos Agrícolas

Foram utilizados na implantação e condução do experimento os seguintes equipamentos:

Para a dessecação da área para implantação do experimento foi utilizado pulverizador marca Jacto modelo Falcon Vortex com capacidade de 600 L e barra de 14 m equipada com 29 pontas SF 11002, espaçados em 0,5 m com massa total de 730 kg e um

trator de pneu Massey Ferguson modelo 296 4x2 simples com potência de 83,16 kW (110 cv) no motor e massa total de 4463 kg.

Para a aplicação de herbicidas na cultura da soja foi utilizado um pulverizador de barras, marca Jacto, modelo Condor, montado, capacidade de 600 L, barra de 12 m de comprimento, provida de 24 pontas do tipo leque modelo DG 110-03, espaçadas de 0,50 m.

Para a realização dos preparos do solo, semeadura e determinação de consumo de combustível, patinagem e força exigida na barra de tração foi utilizado um trator de pneu de marca John Deere, modelo 6600 (4x2 TDA), com potência de 91,48 kW (121 cv) no motor com rotação de 2100 rpm na marcha B1 e massa total de 4053 kg.

Escarificador, marca Jan, modelo Jumbo Matic JMAD-7, de arrasto, equipado com sete hastes parabólicas espaçadas em 0,4 m, comprimento de 0,43 m, largura de ponteira de 0,08 m, dotadas de sistema de segurança de molas planas e ângulo de 24° com a horizontal e massa total de 1400 kg. À frente de cada haste há um disco de corte de 18 polegadas para o corte da palha presente no solo e na parte traseira, dois rolos destorroadores de ação independente acoplados na parte posterior com barras transversais dispostas em forma helicoidal e com possibilidade de regulagem de pressão sobre o solo. A regulagem utilizada foi a que permitiu uma profundidade de trabalho de aproximadamente 20 cm.

Grade Marchesan modelo GAICR com 20 discos recortados em ambas as seções, espaçados em 0,27 m, 28 polegadas de diâmetro, largura de corte de 2,57 m, e profundidade de trabalho de 0,12 a 0,20 m e massa total de 2272 kg, foi realizada apenas uma gradagem.

A semeadura foi realizada com uma Semeadora-adubadora de precisão marca Jumil modelo Exacta air 2980 PD Pantográfica, para plantio direto, acionamento por controle remoto com sete linhas para semeadura de soja, o sistema de distribuição de adubo é composto por rosca sem fim, com depósito basculante, sulcação através de disco duplo desencontrados, seleção de sementes pneumático á vácuo (pressão negativa), com largura útil de 3360 mm e peso da máquina vazia 4330 kg.

5.1.5 Agroquímicos

Foram utilizados os seguintes agroquímicos durante a condução do experimento:

Herbicida Roundup (Glifosate) WG, 720 $g.kg^{-1}$ de ingrediente ativo (i.a.) na dose de 2,0 kg ha^{-1} na dessecação da área experimental para a implantação da cultura.

Herbicida seletivo Diclosulam (Spider 840 WG, 840 g/kg i.a.) na dosagem de 25 g/ha, Haloxifope-r, éster metílico, para o controle pré-emergente de plantas invasoras, usado para controle na cultivar MGBR-46, não transgênica.

Herbicida (Verdict 124.7 g/L i.a.) na dosagem de 0,5 L ha^{-1}, com volume de calda de 200 L ha^{-1} e carfentrazona – etílica (Aurora 400 g/L i.a.) na dosagem de 300 L $há^{-1}$, para o controle de plantas invasoras em pós-emergência da cultura da soja, usado para controle na cultivar MGBR-46, não transgênica.

Inseticida Lufenurom (Match, 50 g L^{-1} i.a.) na dosagem de 150 ml ha^{-1}, com volume de calda de 200 L ha^{-1} para o controle da lagarta-da-soja (*Anticarsia gemmatalis*).

Inseticida sistêmico Tiametoxan + Lambda cialotrina (Engeo Pleno, 106 g l^{-1} i.a.) no combate ao percevejo marrom (*Euschistus heros*).

Fungicida sistêmico Carboxina + Tiram (Vitavax - Thiram 200 sc, 200 g l^{-1} i.a.) na dosagem de 300 ml para 10 kg de sementes.

Fungicida sistêmico Piraclostrobina (Opera, 133 g l^{-1} i.a.) na dosagem de 0,5 L ha^{-1}.

5.1.6 Sementes

As sementes de soja utilizadas para semeadura foram às variedades MGBR-46, conhecida como Conquista, convencional de ciclo médio, crescimento determinado, resistente ao cancro da haste, oídio e tolerante aos nematóides de galha além da sua isogênica transgênica BRS Valiosa RR de Ciclo médio, crescimento determinado, Resistente à pústula bacteriana, crestamento bacteriano, mancha olho de rã, oídio, cancro da haste, nematóides de galha (M. javanica); e moderadamente resistente à podridão vermelha da raiz, além da variedade Dow 5d688 RR de ciclo semiprecoce, crescimento determinado,

tolerante as doenças mancha olho-de-Rã, oídio, pústula bacteriana, cancro da haste, vírus necrose da haste, nematoide do cisto (raça 1 e 3), nematoide de galhas (M. javanica), nematoide de galhas (M. incognita. A regulagem da semeadora estipulou uma densidade de 355.555 plantas por hectare.

5.1.7 Fertilizantes

Na adubação foram utilizados 300 $kg.ha^{-1}$ do formulado 4-20-20 (N, P_2O_5, K_2O), na semeadura.

5.1.8 Determinação da força de tração

Para a determinação da força de tração na barra, foi utilizada uma célula de carga de marca Sodmex, modelo N-400, com capacidade de 100 kN e sensibilidade de 2,16 mV/V.

5.1.9 Sistema eletrônico de aquisição de dados

Para a aquisição e monitoramento dos sinais obtidos pelos sensores instalados nos rodados pneumáticos, no sistema de alimentação de combustível e na barra de tração, foi utilizado um painel com instrumentos eletrônicos indicadores e um indicador de força instantânea tipo “MICRO-P”.

5.1.10 Determinação do teor de água e densidade do solo

Na coleta de solo para a determinação do teor de água foi utilizado trado de rosca, sacos plásticos, caixa de poliestireno expandido (Isopor), etiquetas de identificação cápsulas de alumínio, balança digital com precisão de 0,01g e estufa elétrica com temperatura de 105°C por 24 horas. Para a densidade do solo, além de todos os materiais citados foi utilizado também um enxadão, parafina e barbante.

5.1.11 Massa seca da cobertura vegetal

A determinação foi realizada com o auxílio de um quadrado de madeira de 0,25 m² de área, tesoura de poda, sacos de papel, caneta, estufas elétricas com circulação forçada de ar e balança de precisão.

5.1.12 Porcentagem de cobertura vegetal do solo

Para a determinação da porcentagem de cobertura do solo, foi utilizada a metodologia de Laflen et al. (1981), com cordão de plástico de 15 m de comprimento com marcação a cada 0,15m, totalizando 100 marcações.

5.1.13 Perfil do solo mobilizado, profundidade de trabalho, área mobilizada e empolamento.

Utilizou-se um perfilômetro de superfície com 63 hastes de madeira graduadas em centímetros espaçadas a cada cinco centímetros, piquetes, fio de algodão, enxadão e enxada.

5.1.14 Altura de plantas, altura de inserção da primeira vagem

Foi determinada na época da colheita em 10 plantas por parcelas utilizando uma régua graduada.

5.1.15 Diâmetro de haste

Para determinar o diâmetro de haste foi utilizado um paquímetro digital marca Messen com precisão de 0,01mm.

5.1.16 Produtividade da cultura

Para determinar a produtividade foi utilizada uma balança marca Marte modelo LC 100, com precisão de 0,1 kg, sacos de ráfia e os grãos das plantas de 2 m de três linhas centrais das parcelas.

5.2 Métodos

5.2.1 Descrição dos tratamentos e do experimento

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualisados, com 9 tratamentos em que os fatores foram três sistemas de preparo de solo, cultivo mínimo, preparo com grade, plantio direto e três cultivares de soja, conquista (convencional), Valiosa RR (Transgênica) e Dow 5D688 RR (Transgênica), em esquema fatorial 3x3, com 4 repetições formando um total de 36 parcelas experimentais, para as analises de atributos físicos do solo, porcentagem de cobertura do solo antes e após preparos do solo e semeadura, além das características agronômicas da cultura da soja. Para análise de demanda energética o delineamento foi com 3 tratamentos e 4 repetições.

As parcelas foram dimensionadas com 20 m de comprimento e 3,5 m de largura total, espaçadas 15 m uma da outra para realização das manobras necessárias e estabilização do conjunto trator/implemento. A Figura 1 ilustra o delineamento do experimento com os tratamentos.

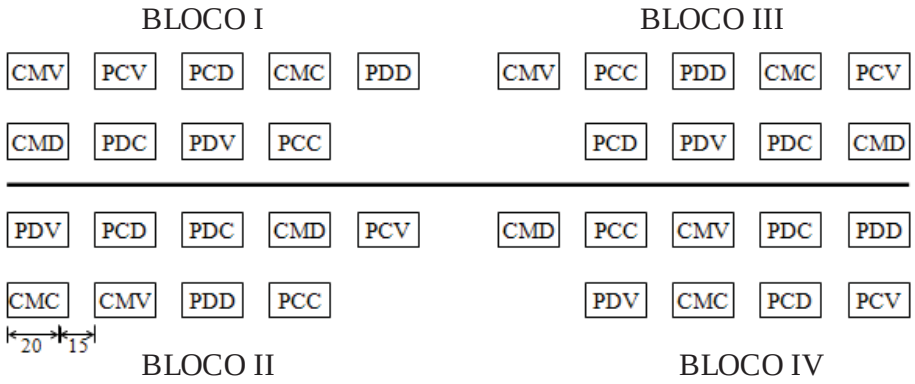


Figura 3: Esquema da disposição dos tratamentos e blocos no campo.

Onde:

PCV: Preparo convencional com sementes Valiosa RR
CMV: Cultivo mínimo com sementes Valiosa RR
PDV: Sistema de Plantio Direto com sementes Valiosa RR
PCC: Preparo convencional com sementes Conquista
CMC: Cultivo mínimo com sementes Conquista
PDC: Sistema de Plantio Direto com sementes Conquista
PCD: Preparo Convencional com sementes Dow 5d688 RR
CMD: Cultivo mínimo com sementes Dow 5d688 RR
PDD: Sistema de Plantio Direto com sementes Dow 5d688 RR

5.2.2 Instalação e condução do experimento

Os sistemas de manejo do experimento foram instalados sobre uma palhada de milho, em que no inverno ficou em pousio, estando assim com uma grande quantidade de plantas daninhas que foram dessecadas com o herbicida gliphosate. As cultivares de soja foram semeadas no dia 25 de novembro de 2010 com uma semeadora-adubadora , para plantio direto nos três sistemas de manejo do solo com espaçamento de 0,45m, com adubação de plantio de 307 kg/ha da fórmula 04-20-20.

O controle de plantas daninhas, pragas e doenças foram realizados com defensivos recomendados para a cultura da soja, pulverização com herbicida (glifosato) 1,3kg/ha, pulverização com fungicida (piraclostrobina + epoxiconazole) 0,5 lt/ha, pulverização com inseticida (Lufenuron) 0,15 lt/ha para controle da lagarta da soja, pulverização com inseticida (TIAMETOXAM) + (LAMBDA−CIALOTRINA), para controle do percevejo 0,2 lt/ha.

5.2.3 Aplicação de agroquímicos

As aplicações foram realizadas preferencialmente no período da manhã objetivando obter as melhores condições de umidade relativa do ar e temperatura. A pressão do sistema de pulverização utilizada foi de 40 Psi.

5.2.4 Cronograma de atividades

Data	Atividades
05/10/2010	Roçada mecânica com o Triton.
10/11/2010	Dessecação da área para implantação do experimento.
14/11/2010	Demarcação das parcelas e sorteio dos tratamentos.
16/11/2010	Retirada das amostras de solo para determinação da densidade do solo antes. dos preparos e semeadura.
17/11/2010	Determinação em laboratório da densidade do solo pelo método da parafina.
25/11/2010	Realização dos preparos do solo e semeadura. Retirada de amostra para determinação da umidade do solo no momento dos preparos e semeadura. Coleta dos dados para a determinação de consumo de combustível, força de tração e patinagem.
29/11/2010	Aplicação de herbicida pré-emergente.
01/12/2010	Coleta de dados da percentagem de cobertura do solo após a semeadura.
01/12/2010	Coleta de dados de profundidade de semeadura.
12/12/2010	Contagem da população inicial.
05/01/2011	Aplicação de herbicida pós-emergente
29/01/2011	Aplicação de inseticida.
15/02/2011	Aplicação de inseticida e fungicida.
10/03/2011	Aplicação de inseticida e fungicida.
29/03/2011	Colheita e avaliação de estande final da variedade Dow 5d688 RR.
29/03/2011	Coleta dos dados de diâmetro de haste, altura de plantas e inserção de primeira vagem da variedade Dow 5d688 RR.
29/04/2011	Colheita e avaliação de estande final da variedade Valiosa RR e Conquista
29/04/2011	Coleta dos dados de diâmetro de haste, altura de plantas e inserção de primeira vagem das variedades Valiosa RR e Conquista.
17/05/2011	Retirada de amostras de solo para determinação da densidade do solo após a colheita.
18/05/2011	Determinação em laboratório da densidade do solo pelo método da parafina

5.2.5 Densidade do solo

A determinação da densidade do solo foi realizada pelo método do torrão parafinado, conforme Embrapa (1979). Foi retirada uma amostra em cada parcela, para cada uma das profundidades 0–0,10, 0,10–0,20, 0,20–0,30 e 0,30–0,40 m. Foi realizada uma amostragem antes da realização dos preparos e outra após a colheita da cultura da soja. Os torrões foram acondicionados em sacos plásticos e levados para o laboratório para análise. A coleta foi realizada por meio de um enxadão, evitando-se a compactação do torrão pelo

mesmo. Nas coletas onde havia os preparos com grade e escarificador evitava-se, na medida do possível, a coleta de torrões que não haviam sido fragmentados por ocasião do preparo, pois o mesmo não representaria com fidelidade a densidade real desse solo, mas sim a densidade que o solo apresentava antes do preparo.

5.2.6 Matéria seca da cobertura vegetal

Para determinação da cobertura vegetal, coletou-se uma amostra por parcela experimental de matéria vegetal (restos culturais e plantas invasoras) presente na superfície do solo, no período que antecede a semeadora da cultura da soja. As amostras foram coletadas, cortando-se com uma tesoura de poda os materiais vegetais contidos no quadro de madeira, conforme metodologia descrita por Chaila (1986). O material colhido foi colocado em sacos de papel, levado à estufa com circulação forçada de ar e temperatura de 65°C e deixado por um período de 72 horas. Após a secagem do material foi pesado em balança digital de precisão de 0,01g, cujos valores foram transformados em kg $há^{-1}$.

5.2.7 Porcentagem da cobertura do solo

Para a determinação da porcentagem de cobertura do solo, utilizou-se a metodologia descrita por Laflen et al. (1981), realizando-se a contagem nas direções diagonais de cada parcela experimental, antes e após o preparo do solo e na semeadura. Para se obter o percentual de cobertura vegetal, fez-se a contagem dos pontos sem cobertura e subtraiu-se de 100. Essa porcentagem foi obtida pela equação:

$$PMC = \frac{PCd}{PCa}.100 \qquad (1)$$

Em que:

PMC: porcentagem de manutenção de cobertura na superfície do solo (%);

PCd: porcentagem de cobertura do solo depois dos preparos (%);

PCa: porcentagem de cobertura do solo antes dos preparos (%).

5.2.8 Avaliação do perfil mobilizado no solo

Utilizando o perfilômetro, foram avaliados dois fenômenos decorrentes da operação de equipamentos de preparo do solo com haste: o deslocamento vertical do solo e a sua área mobilizada, na qual efetuou o levantamento do perfil natural, de fundo e de elevação do solo, conforme a metodologia descrita por Lanças (1987).

5.2.9 Determinação do empolamento do solo

O empolamento do solo foi determinado pela metodologia proposta por Gamero e Benez (1990), através da seguinte equação:

$$Emp = \frac{Ae}{Am}.100 \quad (2)$$

Onde:

Emp = Empolamento (%)

Ae = área de elevação (m^2)

Am = área mobilizada (m^2)

5.2.10 Determinação da patinagem dos rodados do trator

Para a determinação da patinagem dos rodados utilizaram-se geradores de pulsos de marca S&E Instrumentos de testes e medições, modelo GIDP-60-U12V, os quais realizam conversão de movimentos rotativos ou deslocamentos lineares em pulsos elétricos, gerando 60 pulsos por volta do rodado do trator. Os geradores de pulso dos rodados foram fixados no centro dos rodados.

5.2.11 Determinação do consumo de combustível do trator

Foi utilizado um fluxômetro, marca “Flowmate”, modelo Oval M-III, com precisão de 0,01 L. Este fluxômetro gera um pulso a cada mililitro (ml) de combustível consumido pelo trator.

5.2.12 Velocidade média de deslocamento do trator

A velocidade média foi obtida através do tempo, em segundos, gastos para percorrer todo o comprimento total da parcela, de 20m, de acordo com a equação:

$$Vel = \frac{L}{\Delta t}.3,6 \qquad (3)$$

Onde:

Vel = Velocidade de deslocamento do conjunto trator/implemento ($km.h^{-1}$)

L = Comprimento da parcela experimental (m)

Δt = Tempo gasto para percorrer a parcela experimental (s)

3,6 = Fator de conversão de $m.s^{-1}$ para $km.h^{-1}$

O início da coleta dos dados era realizado após a estabilização do conjunto, não sendo consideradas as perdas de tempo com manobras.

5.2.13 Capacidade de campo efetiva

A capacidade de campo efetiva foi calculada em função dos valores de área útil de parcela e o tempo necessário para percorrê-la, de acordo com a fórmula:

$$CCE = \frac{Aup}{\Delta_t}.0,36 \qquad (4)$$

Onde:

CCE = Capacidade de campo efetiva ($ha.h^{-1}$)

Aup = Área útil de parcela trabalhada (m^2)

Δt = Tempo gasto para percorrer a parcela (s)

0,36 = Fator de conversão de $m^2.s^{-1}$ para $ha.h^{-1}$

5.2.14 Consumo horário de combustível do trator

O consumo horário de combustível foi obtido por meio dos valores de pulsos registrados para percorrer toda a parcela. Cada pulso registrado equivale a um mililitro de combustível consumido pelo trator para realizar determinada operação, sendo determinados pela equação a seguir:

$$CHC = \frac{Tp}{\Delta t}.3,6 \quad (5)$$

Onde:

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

Tp = somatório de pulsos registrados para percorrer a parcela experimental

Δt = tempo gasto para percorrer a parcela experimental (s)

3,6 = fator de conversão de $ml.s^{-1}$ para $L.h^{-1}$

5.2.15 Consumo operacional de combustível do trator

O consumo de combustível por área trabalhada foi obtido através da relação entre o consumo horário de combustível e a capacidade de campo efetiva, de acordo com a equação:

$$COC = \frac{CHC}{CCE} \quad (6)$$

Onde:

COC = Consumo operacional de combustível ($L.ha^{-1}$)

CHC = Consumo horário de combustível ($l.h^{-1}$)

CCE = Capacidade de campo efetiva ($ha.h^{-1}$)

5.2.16 Patinagem dos rodados do trator

Para avaliar a patinagem dos rodados do trator, utilizaram-se geradores de pulsos elétricos, os quais eram registrados no painel de aquisição de dados descrito no item 5.1.8 sendo que a cada giro completo da roda geravam 60 pulsos. Os geradores foram fixados com elásticos em hastes horizontais presas nos pára-lamas do trator e conectados ao centro dos eixos dos rodados dianteiros e traseiros.

A patinagem de cada rodado do trator foi determinada pela relação entre o número de pulsos gerados quando o trator operou com carga na barra de tração e o número de pulsos de roda quando operou sem carga na barra de acordo com a equação:

$$Pat = \frac{NPC - NPS}{NPS}.100 \quad (7)$$

Onde:

Pat = Patinagem das rodas (%)

NPC = Número de pulsos gerados com carga na barra de tração

NPS = Número de pulsos gerados sem carga na barra de tração

5.2.17 Força média na barra de tração

Para determinar a força média na barra de tração utilizou-se uma célula de carga, descrita no item 5.1.9, instalada horizontalmente entre o cabeçalho do implemento e a barra de tração do trator. O equipamento registra a cada segundo de operação o valor da força necessária e no final apresenta os valores somados, que são visualizados no painel descrito no item 5.1.10 correspondem à força no segundo um somada com a força no segundo 2 e assim sucessivamente até o último segundo de operação, assim sendo, se fossem gastos 10 segundos para a realização da operação e a força registrada a cada segundo fosse de 200 kN, a

somatória final seria de 2000 kN, que dividido pelo tempo total gasto na operação, resulta numa força média de 200 kN, de acordo com a equação:

$$F_m = \frac{Fi}{\Delta t} fc \quad (8)$$

Onde:

F_m = Força média na barra de tração (kN)

Δt = Tempo gasto para percorrer a parcela experimental (s)

Fi = Somatório do total de força instantânea ao longo da parcela (kN.s)

fc = Fator de correção da célula de carga

5.2.18 Força máxima na barra de tração

A força máxima de tração, ou pico de força, correspondeu ao valor máximo de força de tração, armazenada pelo sistema de aquisição de dados (MICRO-P) durante o deslocamento do conjunto trator/equipamento na parcela experimental, sendo esta expressa em kN.

5.2.19 Potência na barra de tração

A potência média exigida na barra de tração do trator foi calculada pela equação:

$$P = (Ft \cdot Vel) / 367{,}09771 \quad (9)$$

Onde:

P = potência média requerida na barra de tração (kW);

Ft = força de tração média requerida na barra de tração (kgf);

Vel = velocidade de deslocamento (km h-1);

367,09771 = fator de conversão.

A potência máxima requerida na barra de tração do trator foi obtida segundo equação:

$$Pmax = (Ftmax . Vel) / 367,09771 \quad (10)$$

Onde:

Pmax = potência máxima requerida na barra de tração (kW);

Ftmax = força de tração máxima requerida na barra de tração (kgf);

Vel = velocidade de deslocamento (km h^{-1});

367,09771 = fator de conversão.

5.2.20 Tempo efetivo demandado

O tempo efetivo demandado foi calculado pela equação:

$$Ted = 1 / Cce \quad (11)$$

Onde:

Ted = tempo efetivo demandado (h ha^{-1});

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

5.2.21 Uso específico de energia por área

O uso específico de energia por área foi determinado segundo equação:

$$Uee = P . Ted \quad (12)$$

Onde:

Uee = uso específico de energia por área (kWh $há^{-1}$);

P = potência média requerida na barra de tração (kW);

Ted = tempo efetivo demandado (h $há^{-1}$).

5.2.22 População inicial e final de plantas

Foi realizada a avaliação da população inicial, utilizando-se três linhas de dois metros de comprimento por parcela, 20 dias após a semeadura. A população final de plantas de soja foi determinada no mesmo local da população inicial, contando-se as plantas existentes nesta mesma área no momento da colheita.

5.2.23 Índice de sobrevivência das plantas

O cálculo para determinar o índice de sobrevivência foi realizado através do número final dividido pelo número inicial de plantas, determinado no estande inicial e final de plantas.

5.2.24 Altura de plantas, altura de inserção de primeira vagem e diâmetro de haste

As avaliações foram realizadas em dez plantas aleatórias em cada parcela experimental antes do inicio da colheita do experimento.

Para o diâmetro de haste utilizou-se um paquímetro de 0,1 milímetro de precisão, efetuando a leitura a cinco centímetros da superfície do solo.

Para determinação das alturas, utilizou-se uma trena graduada em centímetros, sendo efetuadas as leituras da altura da planta da superfície do solo ate o ápice da planta de soja, já altura de primeira vagem foi pelo método que consiste na leitura da superfície do solo até a inserção da primeira vagem na planta.

5.2.25 Produtividade de grãos

Para quantificar a produtividade média dos grãos foram colhidas manualmente as plantas em dois metros nas três linhas centrais da parcela, as mesmas plantas contabilizadas na população final de cada parcela, no período em que a planta atingiu o seu estado de maturação fisiológica, as plantas foram acondicionadas em sacos de ráfia e devidamente identificadas. As amostras foram debulhadas manualmente, posteriormente

pesadas em uma balança de precisão e retiradas às amostras para a determinação da umidade dos grãos que foi corrigido para 13 %.

5.2.26 Análise estatística dos dados

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância. Quando o teste F mostrou-se significativo a 5% de probabilidade foi aplicado o teste de Tukey para comparação entre as médias a 5% de probabilidade. Para análise dos dados foi utilizado o programa estatístico SAS.

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1 Representação do solo mobilizado pelos preparos.

Nas figuras 4 e 5 são representados graficamente os perfis do solo mobilizado nos sistemas de manejo com preparo convencional e cultivo mínimo, respectivamente. É possível observar que no perfil subsuperficial a operação com escarificador atingiu uma maior profundidade de trabalho.

A operação realizada com a grade intermediaria apresentou maior empolamento do solo quando comparada com o escarificador, o que aumenta o volume de solo aumentando a sua aeração.

Carvalho Filho et al. (2007), trabalhando com preparo do solo verificou que o escarificador promoveu um baixo empolamento, o que atende à condição conservacionista, resultado semelhante a este trabalho, onde o escarificador promove um menor empolamento quando comparado a grade.

Piffer (2008), utilizando um prefilômetro de superfície constatau também que a grade apresentou um maior empolamento quando comparado ao escarificador, devido à profundidade de trabalho dos equipamentos de manejo do solo.

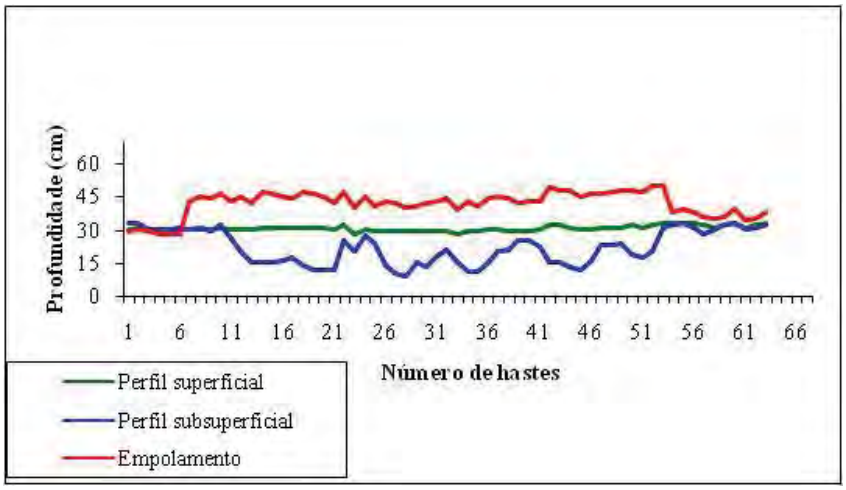


Figura 4: Representação gráfica do solo mobilizado no tratamento com preparo convencional, utilizando grade intermediaria.

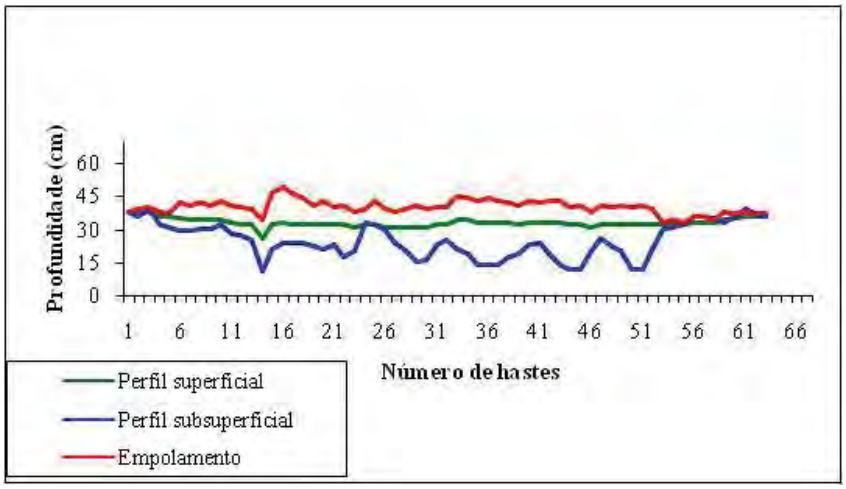


Figura 5: Representação gráfica do solo mobilizado no tratameto com cultivo mínimo, utilizando escarificador.

6.2 Porcentagem de cobertura do solo após as operações de preparo do solo e semeadura da cultura da soja.

Na tabela 2 estão mostrados os valores de porcentagem de cobertura do solo, realizadas logo após a operação de preparos do solo e logo após a semeadura,

respectivamente. Antes de qualquer interferência por meio dos implementos havia na superfície do solo uma média de 7835 kg ha^{-1} de massa seca.

Os valores obtidos apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos tanto para análise após os preparo, bem como após a semeadura e os maiores valores foram para o tratamento com plantio direto seguido do cultivo mínimo e plantio convencional. Esses resultados são semelhantes aos resultados encontrados por Piffer (2008), que obteve 92% e 58% após os manejos em plantio direto e cultivo mínimo com escarificador, respectivamente.

O menor valor de cobertura do solo foi observado no tratamento com preparo convencional obtendo 28,95% após o preparo e 28,09% após a semeadura. Para a ASAE (1992), o preparo conservacionista é aquele que mantém no mínimo 30% de cobertura no solo após as operações de preparo, com isso o plantio direto e o cultivo mínimo observados neste estudo se encaixam nas normas como preparo conservacionista.

Tabela 2. Porcentagem de cobertura do solo (%) para os tratamentos com preparo convencional, cultivo mínimo e plantio direto, depois da realização dos preparos no solo e após a semeadura da cultura da soja.

Preparos	Após os preparos	Após a semeadura
Plantio direto	94,95 A	88,79 A
Cultivo mínimo	68,58 B	62,91 B
Preparo com grade	28,95 C	28,09 C
CV(%)	10,86	10,42

Médias seguidas de letras distintas, maiúscula na coluna, diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

6.3 Densidade do solo antes dos preparos e depois da colheita nos diferentes sistemas de manejo do solo.

Observando a tabela 3 verifica-se que antes da realização do preparo do solo nas parcelas correspondentes a esse tratamento, não apresentavam diferença estatística

em relação à densidade do solo em todas as profundidades. Quando comparado com a época de pós-colheita da soja observa-se que houve diferença estatística nas profundidades de 0-10 cm, 10-20 cm e 30-40 cm. A densidade do solo diminuiu após a colheita em todas as profundidades, sendo a maior redução na camada de 0-10 cm, evidenciando que o preparo do solo com escarificador colaborou para a descompactação do solo.

Tabela 3. Densidade do solo ($g.cm^{-3}$) para o tratamento com cultivo mínimo, antes dos preparos e após a colheita.

Época de Análise	Profundidades (cm)			
	0-10	10-20	20-30	30-40
Antes do preparo	1,32 A	1,31 A	1,25 A	1,32 A
Depois da colheita	1,18 B	1,26 B	1,24 A	1,27 B
CV(%)	2,58	1,43	1,26	3,94

Médias seguidas de letras distintas, maiúscula na coluna, diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Na tabela 4 são apresentados os dados de densidade do solo, antes do preparo e depois da colheita para o tratamento com preparo convencional. Observa-se que houve diferenças estatísticas em todas as profundidades 0-10 cm, 10-20 cm, 20-30 cm e 30-40 cm. As camadas que apresentaram maior diferença em relação à diminuição da densidade foram as camadas de 0-10 cm e 20-30 cm.

A redução na densidade do solo nas camadas de 20-30 e 30-40 não pode ser atribuída ao preparo convencional do solo, já que o mesmo foi realizado com uma grade, que de acordo com a relação peso por discos, é considerada intermediária com isso a mobilização do solo não atingiu profundidade maior do que 20 cm.

Tabela 4. Densidade do solo ($g.cm^{-3}$) para o tratamento com preparo convencional, antes dos preparos e após a colheita.

Época de Análise	Profundidades			
	0-10	10-20	20-30	30-40
Antes do preparo	1,25 A	1,29 A	1,32 A	1,24 A
Depois da colheita	1,10 B	1,20 B	1,18 B	1,14 B
CV(%)	1,83	2,88	1,99	2,39

Médias seguidas de letras distintas, maiúscula na coluna, diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Para o tratamento com plantio direto não houve diferenças significativas em nenhuma das profundidades analisadas, além da pouca mobilização do solo esse resultado pode ser atribuído ao fato de a área ser manejada com esse tipo de sistema por vários anos consecutivos.

Tabela 5. Densidade do solo ($g.cm^{-3}$) para o tratamento com plantio direto, antes dos preparos e após a colheita.

Época de Análise	Profundidades			
	0-10	10-20	20-30	30-40
Antes do preparo	1,30 A	1,30 A	1,25 A	1,24 A
Depois da colheita	1,29 A	1,27 A	1,26 A	1,22 A
CV(%)	2,95	2,57	1,63	2,37

Médias seguidas de letras distintas, maiúscula na coluna, diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Na comparação entre os tratamentos (Tabela 6), houve diferenças estatísticas nas profundidades de 0-10 cm, 10-20 cm e 20-30 cm, na profundidade de 30-40 cm não houve diferenças quando comparados os três tratamentos. Observa-se que a menor densidade encontrada foi para o tratamento com preparo convencional na profundidade de 0-10 cm e a maior densidade foi na camada de 20-30 cm para o mesmo tratamento, o que pode ser devido ao chamado “pé de grade”.

O resultado encontrado na tabela 6 é semelhante ao de Piffer (2008), que em experimento realizado verificou que a densidade do solo no plantio direto diferenciou estatisticamente do preparo convencional e cultivo mínimo, além de ter obtido maior valor de densidade na camada de 0-10 cm.

Na camada de 30-40 cm não foram observadas diferenças estatísticas entre os manejos do solo, este resultado está relacionado possivelmente à profundidade de trabalho dos equipamentos de preparo de solo empregados nos tratamentos.

Tabela 6. Comparação entre os tratamentos, cultivo mínimo, preparo convencional e plantio direto depois da colheita para a densidade do solo.

Preparos	Profundidades			
	0-10 cm	10-20 cm	20-30 cm	30-40 cm
Preparo com grade	1,10 C	1,20 C	1,32 A	1,24 A
Cultivo mínimo	1,18 B	1,26 B	1,24 B	1,27 A
Plantio direto	1,29 A	1,30 A	1,23 B	1,22 A
CV(%)	3,05	2,57	2,40	5,81

Médias seguidas de letras distintas, maiúscula na coluna, diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

6.4 População inicial, População final de plantas e Índice de sobrevivência de plantas.

Na Tabela 7 são apresentados os valores da população inicial da cultura da soja. Observa-se que não houve diferença estatística entre os tratamentos. Já a emergência das plantas de soja ocorreu devido a uma boa condição de teor de água no solo devido a ocorrência de uma chuva de boa intensidade 3 dias antes da semeadura.

Reis et al. (2007) também não encontraram diferença estatística em seu experimento para os valores de população inicial, dados semelhantes aos encontrados por Coan et al. (1982) que analisando os efeitos dos preparos do solo não encontraram diferenças significativas na quantidade de plantas por hectare.

Contudo observa-se uma população de plantas muito baixa em todos os tratamentos, já que a semeadora estava regulada para uma população de 355.555 plantas por hectare. Isso se deve provavelmente ao fato de ter ocorrido selamento superficial nas parcelas experimentais, pois no dia da semeadura ocorreu uma chuva de 40 mm e logo depois um período de 7 dias sem chover, conforme Figura 3, esse fenômeno interferiu na emergência da plantas de soja.

Na população final houve diferenças estatísticas entre os tratamentos, observando maior população para o tratamento com cultivo mínimo e menor para o tratamento com preparo convencional, que pode ser justificado pela falta de cobertura do solo neste tratamento, reduzindo o teor de água no solo devido à evaporação.

Tabela 7. População inicial, população final e índice de sobrevivência de plantas nos diferentes tratamentos.

Preparo do solo	População inicial (Plantas. $Há^{-1}$)	População final (Plantas. ha^{-1})	Índice de sobrevivência (%)
Cultivo Mínimo	276851 A	266333 A	94,39 A
Plantio Direto	268814 A	255222 AB	93,77 AB
Preparo com grade	255111 A	243185 B	89,85 B
CV (%)	9,68	6,17	6,30

Médias seguidas de letras distintas, maiúscula na coluna, diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Na Tabela 8 são apresentados os valores de população inicial e população final para as três variedades em estudo, observa-se que não houve diferenças estatísticas na população inicial, porém na população final houve diferenças estatísticas em que a cultivar convencional MGBR-46 apresentou menor população final em relação às outras duas cultivares, a cultivar que obteve maior população no final do ciclo foi a Valiosa RR seguida da Dow 5D 688RR.

Tabela 8. População inicial, população final e índice de sobrevivência para as cultivares.

Cultivar	População inicial (plantas.ha^{-1})	População final (plantas.ha^{-1})	Índice de sobrevivência (%)
Valiosa RR	279296 A	269111 AB	92,14 A
Dow 5D 688RR	273740 A	258629 A	95,28 A
MGBR-46 Conquista	257703 A	237037 B	90,59 A
CV (%)	9,68	6,17	6,30

Médias seguidas de letras distintas, maiúscula na coluna, diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

6.5 Altura de plantas e altura de inserção da primeira vagem

Na avaliação de altura de plantas e altura de inserção de primeira vagem para os diferentes sistemas de preparo do solo (Tabela 9) não foram observadas diferenças estatísticas, demonstrando que os preparos não influenciam nas características agronômicas em questão, o mesmo resultado foi encontrado por Lima (2010) onde os preparos também não afetaram a altura de plantas e a altura de inserção da primeira vagem.

Souza et al.(2010), do mesmo modo, não encontraram efeitos significativos para altura de plantas e altura de inserção de primeira vagem em relação aos preparos do solo, plantio direto e plantio convencional.

Tabela 9. Altura de plantas e altura de inserção da primeira vagem nos diferentes preparos.

Preparos	Altura de plantas (cm)	Altura inserção vagem (cm)
Cultivo mínimo	77,81 A	19,25 A
Plantio direto	78,58 A	18,58 A
Preparo com grade	77,08 A	17,83 A
CV %	5,65	8,92

Médias seguidas de letras distintas, maiúscula na coluna, diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Na Tabela 10 está a avaliação da altura de planta e altura de inserção de primeira vagem para a cultivares que foram estudadas, houve diferença estatística em ambas as características analisadas, observa-se que a cultivar Dow 5D 688 RR é mais baixa que as demais cultivares avaliadas, tanto em altura de planta com em altura de inserção de primeira vagem, o que dificulta um pouco a colheita da mesma, podendo acarretar grandes perdas na colheita, diminuindo assim sua produtividade.

A cultivar MGBR-46 Conquista obteve maior altura de planta em relação a sua isogênica Valiosa RR o que pode ter ocorrido devido a sua menor população final de plantas já ela sofre influencia quando há maior ou menor densidade de plantas por metro devido ao maior desenvolvimento vegetativo da planta.

A altura de plantas para a cultura da soja é uma característica importante a ser observada já que plantas altas podem acamar em lugares de ventos muito fortes e plantas com porte muito baixo restringe o desempenho das máquinas agrícolas na colheita.

Recomenda-se no Brasil cultivares de soja com altura média entre 60 a 110 cm para alta produtividade, mas também para elevado rendimento operacional da colhedora, para um elevado rendimento operacional da colhedora e uma mínima perda na colheita da soja Valadão Junior et al. (2008) recomendam que, em terrenos planos, as cultivares de soja devem apresentar altura da primeira vagem igual ou superior a 10,0 cm.

Avaliando cultivares de soja, Rocha et al.(2012) encontrou resultados semelhantes quanto a altura de inserção de primeira vagem, observando que não há diferença estatística entre as cultivares isogênicas Valiosa RR e MGBR-46 Conquista.

Tabela 10. Altura de plantas e altura de inserção de primeira vagem nas cultivares.

Cultivares	Altura de plantas (cm)	Altura inserção vagem (cm)
MGBR-46 Conquista	91,31 A	22,00 A
Dow 5D 688RR	56,00 C	12,08 B
Valiosa RR	86,16 B	21,58 A
CV (%)	5,65	8,92

Médias seguidas de letras distintas, maiúscula na coluna, diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

6.6 Diâmetro de haste.

Nota-se na Tabela 11 que não houve diferenças estatísticas para o diâmetro de haste quando comparados os sistemas de preparo do solo, o mesmo comportamento foi encontrado por Seki (2010), não havendo diferenças estatísticas entre os tratamentos, evidenciando que o preparo do solo não influencia no diâmetro de haste das culturas.

Tabela 11. Diâmetro de haste da cultura da soja nos diferentes sistemas de preparos de solo.

Preparo do solo	Diâmetro (mm)
Cultivo mínimo	7,53 A
Plantio direto	8,08 A
Preparo com grade	7,85 A
CV (%)	7,67

Médias seguidas de letras distintas, minúscula na coluna, diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Na avaliação do diâmetro de haste realizado para as diferentes cultivares de soja (Tabela 12), não houve diferenças estatísticas, ficando em torno de 7,80 mm de diâmetro para todas as cultivares.

Tabela 12. Diâmetro de haste para as cultivares.

Cultivares	Diâmetro (mm)
Valiosa RR	7,82 A
Dow 5D 688 RR	7,80 A
MGBR-46 Conquista	7,85 A
CV (%)	7,67

Médias seguidas de letras distintas, maiúscula na coluna, diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

6.7 Produtividade de grãos de soja

Na Tabela 13 são apresentados os resultados de produtividade de grãos de soja nos diferentes sistemas de preparo do solo para a cultura da soja, nota-se que houve diferenças estatísticas nos diferentes tratamentos, com maior produtividade para o sistema de plantio direto, seguido do cultivo mínimo e com menor produtividade o sistema de preparo convencional.

Reis et al. (2007) que avaliaram a produtividade de grão de soja em diferentes sistemas de manejo, não encontraram diferenças significativas entre os sistemas de preparo do solo.

Souza et al. (2010) avaliando a produtividade da cultura da soja em diferentes sistemas de preparo do solo não encontraram diferenças estatísticas significativas e observa que a não diferenciação significativa entre os sistemas de manejo comprova que o solo, mesmo apresentando certo grau de compactação, não influenciou na produtividade.

Em experimento realizado em um Argissolo Vermelho distrófico arênico (EMBRAPA, 1999), Lima et al. (2006) encontrou resultados semelhantes a esse experimento, observando que a produtividade da cultura da soja foi maior no sistema de semeadura direta seguida do cultivo mínimo com escarificador.

A produtividade obtida no sistema de plantio direto se assemelha com os resultados encontrados por Seki (2010), que nesse sistema de manejo usando como cultivar a variedade de soja MGBR-46, atingiu uma produtividade de 2708 $kg.ha^{-1}$.

Tabela 13. Produtividade de soja nos diferentes preparos de solo.

Preparo do solo	Produtividades $kg.ha^{-1}$
Cultivo Mínimo	3401 AB
Plantio Direto	3732 A
Preparo com grade	3234 B
CV (%)	13,76

Médias seguidas de letras distintas, maiúscula na coluna, diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Na Tabela 14 estão descritos os resultados de produtividade da cultura da soja para as três cultivares em estudo, observa-se que a maior produtividade foi obtida pela cultivar Dow 5D 688 RR, esse resultado já era esperado por ser uma variedade adaptada para a região em estudo e ser de ciclo semiprecoce, o que fez com que a cultivar recebesse maior quantidade de chuva em todo seu ciclo vegetativo.

O resultado obtido diferencia-se do trabalho de Rocha et al. (2012), que em seu experimento não encontrou diferença significativa em relação a produtividade das cultivares Valiosa RR e MGBR-46 Conquista, contudo a produtividade obtida se assemelha a encontrada nesse trabalho, superando os 3000 $kg.ha^{-1}$.

A maior produtividade da cultivar convencional MGBR-46 Conquista em relação a sua isogênica BRS Valiosa pode ser atribuído ao fator compensatório da cultura da soja, já que a cultivar conquista apresentou uma menor população final de plantas, aliado ao vigor da planta, que apresentou maior altura final de planta e maior diâmetro de haste.

Em estudo realizado Peixoto et al. (2000) afirma que para cada aumento de número de plantas na linha obtêm-se um decréscimo no número de vagens por planta e diminuição na altura das plantas de soja. Resultado semelhante ao encontrado nesse trabalho, onde a cultivar MGBR-46 Conquista apresentou maior produtividade que sua isogênica Valiosa RR mesmo obtendo menor população final de plantas (tabela 8).

Tourino et al. (2002) encontrou resultados semelhantes a este trabalho quanto a produtividade da soja, a autora afirma que o aumento na densidade de plantas provoca redução na sua produtividade. Quando há maior espaço entre as plantas elas ramificam mais lateralmente, em um espaço menor, quando e há mais plantas essa compensação é menor.

Tabela 14. Produtividade das cultivares de soja.

Cultivares	Produtividades $kg.ha^{-1}$
Valiosa RR	3144 B
Dow 5D 688RR	3781 A
MGBR-46 Conquista	3441 AB
CV (%)	13,76

Médias seguidas de letras distintas, maiúscula na coluna, diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

6.8 Patinagem dos rodados do trator

Na Tabela 15 são apresentados os dados obtidos em relação à patinagem dos rodados do trator com os diferentes tratamentos para preparo do solo, observa-se maior patinagem no sistema de cultivo mínimo, pois há maior requerimento de força de tração na barra.

Riquette (2011) afirma que nos preparos convencional e cultivo mínimo há maior penetração dos mecanismos sulcadores no solo e uma maior resistência ao rolamento no solo mobilizado.

Em estudo realizado Seki (2010) obteve maiores valores de patinagem quando o solo foi escarificado a 0,30 m, o mesmo autor escarificando a 0,20 m encontrou valores na de patinagem de 20,6%, valor muito acima do encontrado neste trabalho.

Tabela 15. Patinagem dos rodados do trator para os tratamentos cultivo mínimo (escarificador) e preparo com grade.

Tratamentos	Patinagem dos rodados (%)		
	Traseiros	Dianteiros	Média
Cultivo Mínimo (Escarificador)	8,61 A	8,65 A	8,63
Preparo com grade	5,54 B	5,57 B	5,51
CV (%)	5,76	5,87	

Médias seguidas de letras distintas, maiúscula na coluna, diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Para a ASAE (1992) os valores de patinagem dos rodados para solos firmes devem estar entre 8 a 10%, a operação com escarificação conseguiu ficar na média estabelecida pelo órgão.

Na tabela 16 estão os resultados da patinagem dos rodados do trator na operação de semeadura, observa-se uma menor patinagem no sistema de plantio direto, pois há

uma menor resistência ao rolamento já que o solo não está mobilizado, essa menor patinagem também é função da menor penetração dos mecanismos sulcadores no solo.

A maior patinagem dos rodados na operação de semeadura foi obtida no tratamento com cultivo mínimo com escarificador, logo para essa operação o trator precisou de maior força de tração e potência. Esse aumento pode ser atribuído ao fato do solo estar mais desagregado tanto para o tratamento com escarificador como o preparo do solo com a grade.

Tabela 16. Patinagem dos rodados do trator na operação de semeadura da soja para os diferentes tratamentos de preparo do solo.

Tratamentos	Patinagem dos rodados (%)		
	Traseiros	Dianteiros	Média
Cultivo Mínimo	5,14 A	6,05 A	5,59
Preparo com grade	3,48 AB	3,69 AB	3,48
Plantio Direto	1,80 B	2,53 B	2,16
CV (%)	7,88	8,30	

Médias seguidas de letras distintas, maiúscula na coluna, diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

6.9 Velocidade de trabalho, Capacidade de campo efetiva, Consumo Horário de Combustível, Consumo Operacional de combustível dos conjuntos.

Na tabela 17 estão os valores de velocidade de trabalho, capacidade de campo efetiva, consumos horário e operacional de combustível para os tratamentos com preparo convencional (grade) e cultivo mínimo (escarificador), observa-se que não houve diferença estatística para a velocidade de trabalho e para a capacidade de campo efetiva.

Silva (2004) em experimento realizado observou diferença estatística na capacidade de campo efetiva, encontrando valores de 1,10 e 0,42 h $há^{-1}$, para o preparo com escarificador e para o preparo convencional. Resultado diferente do encontrado nesse

experimento, isso se deve ao numero de operações realizada para cada tratamento pois nesse experimento só foi feita uma operação de gradagem no preparo convencional e uma passada do escarificador, no cultivo mínimo.

Os valores de velocidade de trabalho foram muito semelhantes em todos os conjuntos analisados, o fato da ocorrência desses resultados podem ter acontecido porque nas operações a potência utilizada pelo trator foi maior do que realmente era necessária, onde a escarificação que é a operação que demanda maior potencia foi realizada a apenas 0,20 m de profundidade.

Furlani (2000) observou em seu estudo que houve diferença de capacidade de campo entre os sistemas de preparo do solo, onde o plantio direto (1,55 $ha.h^{-1}$) superou o preparo convencional (1,50 $ha.h^{-1}$), seguido do cultivo mínimo (1,40 $ha.h^{-1}$).

Na avaliação do consumo de combustível é possível notar que houve diferença estatística com um maior consumo para a operação de cultivo mínimo, pois esta operação demanda uma maior força na barra de tração.

Tabela 17. Velocidade de trabalho, Capacidade de campo efetiva, Consumo Horário de Combustível e Consumo Operacional de combustível para os tratamentos cultivo mínimo (escarificador) e preparo convencional (grade).

Tratamentos	Vel. ($km.h^{-1}$)	CCE ($ha.h^{-1}$)	CHC ($L.h^{-1}$)	COC ($L.ha^{-1}$)
Cultivo Mínimo (escarificador)	4,22 A	1,21 A	17,96 A	15,62 A
Plantio Convencional (grade)	4,56 A	1,18 A	13,84 B	12,34 B
CV (%)	5,76	3,40	2,20	1,90

Médias seguidas de letras distintas, maiúscula na coluna, diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Na tabela 18 estão os valores de velocidade de trabalho, capacidade de campo efetiva, consumos horário e operacional de combustível para a operação de semeadora nos diferentes sistemas de preparo do solo. Observa-se que não há diferença estatística tanto para a velocidade de trabalho como para a capacidade de campo efetiva, já em relação às

avaliações de consumo de combustível, o plantio direto diferencia-se estatisticamente dos demais tratamentos com um menor consumo de combustível.

Para Seki (2010) os menores valores para o consumo de combustível foram observados nos tratamentos no sistema de plantio direto utilizando mecanismo de disco duplo, o mesmo autor afirma que a utilização de haste nos implementos e a condição do solo elevam os valores de consumo operacional de combustível, pois há uma maior resistência ao rolamento e uma maior necessidade de tração.

Tabela 18. Velocidade de trabalho, Capacidade de campo efetiva, Consumo Horário de Combustível, Consumo Operacional de combustível na operação com semeadora nos diferentes tratamentos de preparo do solo.

Tratamentos	Vel. ($km.h^{-1}$)	CCE ($ha.h^{-1}$)	CHC ($L.h^{-1}$)	COC ($L.ha^{-1}$)
Cultivo Mínimo	4,64 A	1,62 A	9,93 AB	6,43 A
Preparo com grade	4,60 A	1,58 A	10,72 A	6,92 A
Plantio Direto	4,61 A	1,60 A	8,92 B	5,72 B
CV (%)	5,76	3,40	5,24	4,37

Médias seguidas de letras distintas, maiúscula na coluna, diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

6.10 Força média e força máxima na barra de tração

A força média na barra de tração não apresentou diferença muito grande quando comparado os dois conjuntos, trator/grade e trator/escarificador, pois na operação com escarificador a profundidade atingida na realização do preparo não foi superior a 0,20 m, nota-se também valores baixos de força não chegando a 15,00 (kN), isso ocorreu porque ao realizar os preparos o solo estava com um teor de água elevado.

Tabela 19. Força média (Fm) e força máxima (Fmáx) na barra de tração.

Tratamento	Fm (kN)	Fm (kgf)	Fmáx (kN)	Fmáx (kgf)
Preparo com grade	11,48	1170	23,54	2400
Cultivo Mínimo	13,62	1388	26,85	2737

Seki (2010) em experimento realizado em Nitossolo Vermelho Distroférrico encontrou valores muito superiores ao encontrado neste trabalho, mesmo trabalhando com escarificação a 0,20 m em duas épocas distintas obteve valores de força média e força máxima de 33,87 kN (3.456 kgf) e 41,87 kN (4.272 kgf) respectivamente para a primeira época e 35,84 kN (3.657 kgf) e 43,33 kN (4.421 kgf) respectivamente para a segunda época.

6.11 Potência na barra de tração

A partir do item 5.2.19 foi calculada a potência média e a potência máxima na barra de tração do trator, observa-se uma maior potência quando usa o escarificador comparado com a grade, resultado semelhante ao encontrado por Piffer (2008) que observou que o escarificador demanda uma potência máxima 18% superior a da grade pesada.

Silva (2004) em seu trabalho encontra valor de 39,34 kW de potência média na operação de preparo reduzido com escarificador, resultado muito acima do encontrado nesse trabalho em que a potência média no preparo com escarificador ficou em 17,54 kW.

Tabela 20. Potência máxima e média na barra de tração do trator (kW) para os tratamentos preparo com grade e cultivo mínimo (escarificador).

Tratamentos	Potência média (kW)	Potência máxima (kW)
Preparo com grade	14,66	30,07
Cultivo mínimo	17,54	35,60

6.12 Tempo efetivo demandado

Na tabela 21 estão descritos os valores de tempo efetivo demandado para os tratamentos com grade (plantio convencional) e escarificador (cultivo mínimo), nota-se que não houve diferença estatística entre os tratamentos, esse resultado está totalmente relacionado com a capacidade de campo efetiva já que o tempo efetivo demandado é função da variação desse parâmetro.

O resultado encontrado é diferente da avaliação feita por Marques (2002) que em seu experimento encontrou diferença estatística no tempo efetivo demandado quando comparou o plantio convencional com o cultivo mínimo.

Tabela 21. Tempo efetivo demandado nos tratamentos com preparo convencional (grade) e cultivo mínimo (escarificador).

Tratamentos	Tempo efetivo demandado (h ha^{-1})
Preparo com grade	0,85 A
Cultivo mínimo	0,83 A
CV (%)	3,87

Médias seguidas de letras distintas, maiúscula na coluna, diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

6.13 Uso específico de energia por área

Na tabela 22 estão os resultados referentes ao uso de energia por área, nota-se que o cultivo teve um maior consumo de energia quando comparado com o plantio convencional, isso pode ser explicado porque no tratamento com plantio convencional foi usada apenas uma passagem de grade, com isso como o cultivo mínimo com escarificador demanda maior potência na barra de tração do trator esse tratamento obteve maior consumo de energia.

Esse resultado se deve a capacidade de campo e a potencia exigida para cada tratamento, o resultado encontrado nesse trabalho diferencia-se de outros autores pois em outros experimentos foi passado duas gradagens e com isso o uso de energia no plantio convencional foi estatisticamente superior ao cultivo mínimo com escarificador.

Tabela 22. Uso específico de energia por área (kWh $há^{-1}$) nos tratamentos com preparo convencional (grade) e cultivo mínimo (escarificador).

Tratamentos	Uso específico de energia por área (kWh $há^{-1}$)
Plantio convencional	12,46 A
Cultivo mínimo	14,58 B
CV	2,78

Médias seguidas de letras distintas, maiúscula na coluna, diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

6.14 Tabela comparativa do consumo de combustível em relação a produtividade da cultura da soja convencional e transgênica nos três sistemas do preparo de solo

Na Tabela 23 está descrito um comparativo entre as cultivares de soja transgênica Valiosa RR e sua isogênica MGBR-46 Conquista não transgênica em relação as suas produtividades nos três sistemas de preparo de solo utilizado no experimento em função

do consumo operacional de combustível para as operações realizadas durante o ciclo da cultura.

O consumo operacional de combustível (COC) para o cultivo da cultura da soja no sistema plantio direto (SPD) foi de 18,33 L/ha. O sistema de cultivo mínimo (CM) e plantio convencional (PCG) demandaram 34,04 e 31,87 L/ha de combustível respectivamente, ou seja, o sistema plantio direto apresentou 53,84% menos COC do que o cultivo mínimo e 50,03% que o plantio convencional.

A melhor relação de consumo operacional de combustível em função da produtividade da soja foi para a soja não transgênica no sistema de plantio direto, onde o consumo de combustível ficou em 18,33 L ha^{-1} para uma produtividade de 3953,75 kg ha^{-1}.

Tabela 23. Consumo operacional de combustível (COC) e produtividade média de soja convencional e transgênica no preparo sistema plantio direto (SPD), cultivo mínimo (CM) e plantio com grade (PCG).

FATOR	Soja Convencional	Soja Transgênica
Consumo (L ha^{-1})		
SPD	18,33	18,33
CM	34,04	34,04
PCG	31,87	31,87
Produtividade (kg ha^{-1})		
PD	3.953,75	2.981,50
CM	3.138,75	3.462,75
PCG	3.230,50	2.989,50

O resultado de maior produtividade obtida com soja convencional em SPD encontrado neste trabalho também foi encontrado por Furlaneto et al. (2008), demonstrando que este sistema é viável não somente em função do menor COC como também em produtividade.

O consumo de combustível e, portanto custo operacional quando comparado os três sistemas de preparo do solo indicam que o sistema de plantio direto é mais econômico, pois realiza menos operações de preparo do solo.

Tabela 24. Operações realizadas no sistema plantio direto (SPD), cultivo minmo (CM) e plantio com grade (PCG) e respectivos consumo operacional de combustível (COC).

OPERAÇÃO	Soja convencional COC (L ha^{-1})			Soja transgênica COC (L ha^{-1})		
	SPD	CM	PCG	PD	CM	PCG
Grade			12,34			12,34
Escarificador		15,62			15,62	
Semeadora	5,72	6,43	6,92	5,72	6,43	6,92
Pulverização	4,34	3,72	4,34	4,34	3,72	4,34
Colheita	8,27	8,27	8,27	8,27	8,27	8,27
TOTAL COC	18,33	34,04	31,87	18,33	34,04	31,87

Nos três sistemas de preparo para ambas as cultivares de soja, as diferenças de COC notadas entre eles se devem principalmente em função das operações que os divergem. O COC das pulverizações e colheita no SPD e PCG não divergiram, diferentemente do COC no CM que foi menor em virtude de menor numero de pulverização.

Em SPD o preparo demanda menos operações, o fato de realizar a semeadura diretamente na palhada previamente dessecada ignora operações como gradagem e gradagem de nivelamento.

O COC da operação de gradagem soma 12,34 L/ha, o que justifica este sistema apresentar maior consumo que o SPD. No sistema de CM a operação de escarificação apresenta COC de 15,62 L/ha, que é o fator diferencial para o maior COC em relação ao SPD.

Comparando o sistema de plantio convencional com o plantio direto Alvim et al. (2004) relata que o sistema de plantio direto apresenta maiores vantagens comparativas, o que comprova que, além de sua maior lucratividade, este sistema é o mais indicado para se desenvolver uma agricultura sustentável, por ser melhor conservador de recursos naturais.

Com isso, esta análise pode subsidiar que o SPD confirma menor COC e portanto maior rentabilidade, sendo um indicativo para a preferência de um sistema com maior produtividade com soja convencional e ao mesmo tempo conservaconista.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

No tratamento com preparo convencional só foi realizada uma gradagem não havendo operações de destorroamento e nivelamento do solo, já que não foi observada grande quantidade de torrões maiores.

Nesse experimento não houve ataque severo de pragas e doenças, principalmente *Phakopsora SP, A. gemmatalis* e do *Nezara viridula L.*, pois foram realizadas pulverizações preventivas e todas as aplicações com fungicidas e inseticidas foram aplicadas no tempo correto.

O selamento superficial causado pelo impacto das gotas da chuva no solo, seguido por um período seco foi determinante para a baixa população inicial de plantas encontrada nesse estudo.

Trabalhos de pesquisa devem ser realizados no intuito de avaliar as causas, além de formas de mensurar o selamento superficial do solo, já que é um fenômeno bastante comum em solos argilosos.

8 CONCLUSÕES

Depois das análises dos resultados e de acordo com as condições em que o ensaio foi instalado, pode-se concluir que:

- O maior valor de produtividade encontrado foi no sistema de plantio direto onde foi superior ao cultivo mínimo e plantio convencional, respectivamente. A maior produtividade foi obtida pela cultivar 5D688 RR, seguida pela cultivar convencional MGBR-46 Conquista e pela cultivar transgênica Valiosa RR.

- A população inicial não foi influenciada pelos preparos do solo, porém observa-se que o selamento superficial interferiu na emergência das plantas, onde foi constatada uma população inicial abaixo da desejada.

- A altura de plantas, altura de inserção de primeira vagem e diâmetro de haste não foram influenciados pelos sistemas de preparo do solo. Em relação às cultivares há diferença estatística, em que a maior altura de plantas e altura de inserção de primeira vagem foi obtida pela cultiva MGBR-46 Conquista, convencional, seguidas pelas cultivares Valiosa RR e 5D688 RR transgênicas.

- O sistema plantio direto requer menor consumo operacional de combustível em relação ao sistema de cultivo mínimo e convencional.

- Em relação à comparação do consumo de combustível do trator e a produtividade dos sistemas de preparo do solo é mais satisfatório para o produtor semear a

soja transgênica em sistema de plantio direto, pois a produtividade obtida nesse sistema compensa o gasto com combustível

9 REFERÊNCIAS

ALLMARAS, R. R.; DOWDY, R. H. Conservation tillage systems and their adoption in the United States. **Soil and Tillage Research,** Amsterdam, v. 5, p. 197-222, 1985.

ALVARENGA, R. C. et al. Plantas de cobertura do solo para sistema de plantio direto. **Informe Agropecuário,** Belo Horizonte, v. 22, n. 208, p. 25-36, 2001.

ALVIM, M. I. S. A. et al . Análise da competitividade da produção de soja nos sistemas de plantio direto e plantio convencional na região do cerrado brasileiro. **Revista Economia Sociologia Rural**, Brasília, DF, v. 42, n. 2, p. 20, jun. 2004.

ANTUNES, J. M. Brasil é referencia mundial em plantio direto. **Jornal Agrosoft,** Passo Fundo. Disponível em: <http://www.agrosoft.org.br/agropag/99939.htm>. Acesso em: 16 set. 2011.

AMERICAN SOCIETY OF AGRICULTURAL ENGINEERS. Terminology and definitions for soil tillage and soil-tool relationships. In: _____. **ASAE standards 1992**: standards engineering practices data. St. Joseph, 1992. p.105.

BALASTREIRE , L. A. **Máquinas agrícolas**. São Paulo: Manole, 1990. 310 p.

BARBER, S. A. et al. Effect of soil temperature and water on maize root growth. **Plant and Soil,** Dordrecht, v. 111, p. 267-269, 1988.

BARIZON, R. R. M. **Calagem na superfície para a cultura da soja, em semeadura direta sobre (*Brachiaria brizantha)***. 2001. 88 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Energia na

Agricultura)-Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2001.

BERTOL, I. et al. Propriedades físicas do solo sob preparo convencional e semeadura direta em rotação e sucessão de culturas, comparadas às do campo nativo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 28, p. 155-163, 2004.

BEUTLER, J. F. et al. Patinagem em diferentes sistemas de preparo do solo. In:CONGRESSO ARGENTINO DE INGENIERIA AGRÍCOLA, 7., 2003, Balcarce.**Resumens...** Balcarce: INTA/UNdMP, 2003. 1 CD-ROM.

BLACK, R. J. Complexo soja: fundamentos, situação atual e perspectivas. In: ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA LUIZ DE QUEIROZ. **Soja:** tecnologia de produção ll. Piracicaba: FEALQ, 2000. p.1-17.

BOLLER, W.; FAVORETTO, R. Eficiência energética da cultura do feijão sob diferentes sistemas de manejo do solo. In: BALBUENA, R.H.; BENEZ, S.H.; JORAJURIA, D. (Org.).**Ingenieria rural y mecanización agraria em el ámbito latino americano.** La Plata: Editora de la Universidad Nacional de La Plata, 1998. p. 154-158.

BOTTA, G. F. et al. Deep tillage and traffic effects on subsoil compaction and sunflower (*Hellianthus annus* L.) yields. **Soil Tillage Research**, Amsterdam, v. 1, p. 164-172, 2006.

CAMARA, R. K.; KLEIN, V. A. Escarificação em plantio direto como técnica de conservação do solo e da água. **Revista Brasileira de Ciencia do Solo**, Viçosa, MG, v. 29, n. 2, p. 789-796, mar./abr. 2005.

CARVALHO, W. A. et al. Levantamento de solos da Fazenda Lageado - Estação Experimental "Presidente Médici". **Boletim Científico da Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP**, Botucatu, n.1, p. 1-85, 1983.

CARVALHO FILHO, A. et al. Métodos de preparo do solo: alterações na rugosidade do solo. **Engenharia Agrícola**, Sorocaba, v. 27, n. 1, p. 229-237, 2007.

CASTRO, O. M. **Preparo do solo para a cultura do milho.** Campinas: Fundação Cargill,1989.p. 41.

CENTURION, J. F.; DEMATTÊ, J. L. I. Efeito de sistemas de preparo de solo nas propriedades físicas de um solo sob cerrado cultivando soja. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 9, p. 263-266, 1985.

COAN, O.; ORTOLANI, A. F.; BANZATTO, D. A. Efeitos de diferentes sistemas de preparo do solo na produção da soja. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 6, n. 1, p. 7-13, 1982.

COAN, O. **Sistemas de preparo de solo:** efeitos sobre a camada mobilizada e no comportamento das culturas de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) e do milho (Zea mays L.), conduzidas em rotação. 1995. 138 p. Tese (Livre-Docência)-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1995.

COLOZZI-FILHO, A. Plantio direto: microrganismos e processos. In: ASSOCIAÇÃO DE PLANTIO DIRETO NO CERRADO. **Atualização em fertilidade e biodinâmica no sistema plantio direto**. Brasília, DF, 2000. p. 29-42 (Programa de treinamento).

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra 2010/2011**: sétimo levantamento: abril/2011. Brasília, DF, 2011. Disponível em: <http://www.conab.gor.br>. Acesso em: 14 ago. 2011.

CONTE, O. et al. Implantação de milho sobre consórcio de aveia + ervilhaca por diferentes preparos conservacionistas. In: SALÃO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 2003, Porto Alegre. **Livro de resumos...** Porto Alegre: UFRGS, 2003. p. 16-20

CORDEIRO, M. A. L. **Desempenho de um trator agrícola em função do pneu, da lastragem e da velocidade de deslocamento.** 2000. 153 f. Tese (Doutorado em Agronomia/Energia na Agricultura)-Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2000.

COSTA, F. S. et al. Propriedades físicas de um latossolo bruno afetadas pelos sistemas plantio direto e preparo convencional. **Revista Brasileira de Ciência do Solo,** Campinas,v. 27, n. 3, p. 527-535, 2003.

CRUZ, J. C. et al. Avaliação de sistemas de produção de milho na região de Sete Lagoas, MG. **Circular Técnica,** Sete Lagoas, n. 123, p. 1-6, dez. 2009.

CHAILA, S. Métodos de evaluación de malezas para estúdios de poblácion y control. **Malezas**, Bogotá, v. 14, n. 2, p. 1-78, 1986.

CURY, B. Porque fazer plantio direto. In: _____. **Guia para plantio direto**. Ponta Grossa: Federação Brasileira de Plantio Direto na Palha, 2000. p. 9-15.

DANIEL, L.A.; MARETTI, H. J. Avaliação de camada de solo compactado e análise de crescimento de plantas. In: SILVEIRA, G. M. **Ciclo de estudos sobre mecanização agrícola, 4.** Campinas: Fundação Cargill, 1990. p. 22-38.

DAVIES, B.; EAGLE, D.; FINNEY, B. **Manejo del suelo.** 4. ed. Buenos Aires: El Ateneo, 1987. 228 p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Recomendações técnicas para a cultura da soja na região central do Brasil1999/2000.** Londrina: Embrapa Soja, 1999. p. 226.

EVANS, S. D. et al. Effect of subsoiling and subsequent tillage on soil bulk density, soil moisture, and corn yield. **Soil and Tillage Research,** Amsterdam, v. 38, p. 35-46, 1996.

FERNANDES, H. C.; SILVEIRA, J. C. M. da; RINALDI, P. C. N. Avaliação do custo energético de diferentes operações agrícolas mecanizadas. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 5, p. 1582-1587, 2008.

FREITAS, P. L. Aspectos físicos e biológicos do solo. In: LANDERS, J. N. **Fascículos sobre experiências em plantio direto nos Cerrados**. Uberlândia: APDC, 1994. p.187-96.

FRONZA, V.; ZITO, R. K. A revolução da RR. **Cultivar**, Pelotas, n. 79, p. 26-28, 2005.

FOLONI, L.L. et al. Aplicação de glyphosate em pós-emergência, em soja transgênica cultivada no cerrado. **Revista Brasileira de Herbicidas**, Brasília, DF, v.5, n.3, p.47-58, 2005.

FURLANETO, F. de P. B. et al. Soja transgênica versus convencional: estimativa dos custos operacionais de produção na região do médio Paranapanema estado de São Paulo. **Ciência e Agrotecnologia.**, Lavras, v. 32, n. 6, p. 1935-1940, nov./dez. 2008.

FURLANI, C. E. A.; LOPES, A.; SILVA, R. P. da. Avaliação de semeadora-adubadora de precisão trabalhando em três sistemas de preparo do solo. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 25, n. 2, p. 458-464, ago. 2005.

GADANHA JÚNIOR, C. D. et al.**Máquinas e implementos agrícolas do Brasil.** São Paulo: Instituto de Pesquisas do Estado de São Paulo, 1991. 468p.

GAMERO, C. A.; BENEZ, S. H. Avaliação da condição do solo após a operação de preparo. In: CICLO DE ESTUDOS SOBRE MECANIZAÇÃO AGRÍCOLA, 4., 1989, Jundiaí. **Anais...** Campinas: Fundação Cargil, 1990. p.12-21.

GAZZIERO, D.L.P. et al. Biologia e manejo integrado de plantas daninhas na cultura da soja. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO SUL, 22., 1994, Cruz Alta**.** **Resumos...** Cruz Alta: Embrapa soja, 1994. p. 81.

GORDON, B. **Manganese deficiency in Roundup ready soybeans:** agronomy e updates. Kansas: State University, 2005. 1 p.

GRUYS, K.J.; SIKORSKI, A. Inhibitors of tryptophan, phenylalanine, and tyrosine biosynthesis as herbicides. In: SINGH, B.K. (Ed.). **Plant amino acids:** biochemistry and biotechnology. New York: Marcel Dekker, 1999. p. 357-365.

GUADAGNIN, J. C. et al. Perdas de solo, água e nitrogênio por erosão hídrica em diferentes sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 29, n. 2, p. 277-286, abr. 2005.

HERMANZ, J. L. et al. Análisis de La energia consumida y de loscostes de producción de três sistemas de laboreo ensayados em três cultivos extensivos. **Investigación Agraria Producción y Protección Vegetales,** Madrid, v. 7, p. 209-225, 1992.

KICHLER, C. M. et al. Spatiallymonitoring tractor performance to evaluate energy requirements of variable depth tillage and implement selection. **American Society of Agricutural andBiological Engineers**, Saint Joseph, n. 071028, 2007. 10 p.

LAFLEN, J. M.; AMEMIYA, A.; HINTZ, E. A. Meassuring crop residue cover.**Soil Water Conservation,** Ankeny,v. 36, p. 341-343, 1981.

LANÇAS, K. P. **Subsolador**: desempenho em função de formas geométricas de hastes, tipos de ponteiras e velocidade de deslocamento. 1987. 112f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Energia na Agricultura)-Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1987.

LANÇAS, K. P. **Subsolador: Desempenho em função de formas geométricas de hastes, tipos de ponteiras e número de hastes.** 1988. 171 f. Tese (Doutorado em Agronomia/Energia na Agricultura)-Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1988.

LANDERS, J. N. **Fascículos de experiências de plantio direto no cerrado.** Goiânia: APDC, 1995. 261 p.

LANGE, A. **Palhada e nitrogênio afetando propriedades do solo e rendimento de milho em sistema de plantio direto no cerrado.** 2002. 148 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Solos e Nutrição de Plantas)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2002.

LIMA, C. L. R. et al. Produtividade de culturas e resistência à penetração de Argissolo Vermelho sob diferentes manejos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 45, n.1, p. 89-98, jan. 2010.

LIMA, Cláudia Liane Rodrigues de et al . Qualidade físico-hídrica e rendimento de soja (*Glycine max* L.) e feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) de um Argissolo Vermelho distrófico sob diferentes sistemas de manejo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36, n. 4, ago. 2006.

MACHADO, A. L. T. et al. **Máquinas para preparo do solo, semeadura, adubação e tratamentos culturais**. Pelotas: UFPEL, 1996. 1 p.

MARQUES, J. P. **Efeito dos sistemas de manejo do solo e da cobertura de entressafra na cultura da soja (*Glycine max* L.).** 2002. 203 f. Tese (Doutorado em Agronomia/Energia naAgricultura)-Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu,2002.

MAZETTO, F. R. et al. Avaliação do contato pneu-solo em três modelos de pneus agrícolas. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.24, n.3, p.750-757, 2004.

MCLAUGHLIN, N. B. et al. Energy inputs for conservation and conventional primary tillage implements in a clay loam soil. **Transactions of the ASABE**, Saint Joseph, v. 51, n. 4, p. 1153-1163, 2008.

MIRANDA, D. M. **Bioensaios na detecção e quantificação de sementes de soja geneticamente modificada resistente ao glifosato em amostras convencionais de sementes.** 2004. 44p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Sementes)-Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2004.

PAPA, J. C. M.; FELÍZIA, J. C.; ESTÉBAN, A. J. Cambios em la flora de malezas como consecuencia del cambio tecnológico em Argentina: malezas no vedosas que piede na fectar al cultivo de soja. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA/MERCOSOJA, 2002, Londrina. **Anais...** Londrina: Embrapa Soja, 2002. p. 346-354.

PEIXOTO, C. P. et al . Épocas de semeadura e densidade de plantas de soja I: componentes da produção e rendimento de grãos. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 57, n. 1, p. 89-96, mar. 2000.

PEREIRA, J. P. G. **Influência energética entre três sistemas de preparo de solo em diferentes épocas na cultura do milho (*Zea mays* L.).** 2000. 115 f. Tese (Doutorado em Agronomia/Energia na Agricultura)-Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2000.

PERTICARRARI, J. G.; IDE, B. Y. Cultivo mínimo. In: SEMINARIOS DE TECNOLOGIA AGRONOMICA, 4., 1988. Piracicaba. **Trabalhos apresentados...** Piracicaba: COPERSUCAR, 1988. p. 43.

PIFFER, C. R.**Viabilidade da nabiça (*Raphanus raphanistrum* L.) como planta decobertura para a cultura do milho em diferentes sistemas de manejo do solo**. 2008. 192 f. Tese (Doutorado em Agronomia/Energia na Agricultura)-Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2008.

PITELLI, R.A. Interferência das plantas daninhas nas culturas agrícolas. **InformeAgropecuário**, Belo Horizonte, v.11, p. 16-27, 1985.

REEDER, R. Making the transition to conservation tillage. In: CONSERVATION tillage systems and management: crop residue management with no-till, ridge-till, mulch-till. Ames: Midwest Plan Service, 1992. p. 3-4

REIS, G. N. et al. Avaliação do desenvolvimento da cultura da soja (*Glycine max* (L.) Merrill) sob diferentes sistema de preparo. **Ciência Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 1, p. 228-235, 2007.

RIQUETTI, N. B. **Efeito do manejo de solos nos parâmetros agronômicos e energéticos de híbridos de milho transgênico e não transgênico**. 2011. 77f. Dissertação (Mestrado em

Agronomia/Energia na Agricultura)-Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista,Botucatu, 2011.

ROCHA, R. S. et al . Desempenho agronômico de variedades e linhagens de soja emcondições de baixa latitude em Teresina-PI. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 43,n. 1, p. 154-162, jan. 2012.

ROSA, D. P. et al. Esforços e mobilização provocada pela haste sulcadora de semeadora, em Latossolo escarificado em diferentes épocas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira,** Brasília, DF, v. 43, n. 3, p. 396-400, mar. 2008.

SALVADOR, N.; BENEZ, S. H.; MION, R. L. Demanda energética em diferentes sistemas de preparo periódico do solo antes e depois da subsolagem. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 39, n. 3, p. 378-383, 2008.

SALVADOR, N.; MION, R. L.; BENEZ, S. H. Requerimento energético e desagregação do solo em diferentes sistemas de preparo periódico num Latossolo Vermelho Amarelo. **Revista Engenharia na Agricultura**, Viçosa, MG, v. 6, n. 4, p. 226-234, 1998.

SALVADOR, N.; BENEZ, S. H. Preparo periódico do solo II: consumo energético e desagregação do solo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA 22., 1993, Ilhéus. **Anais...** Ilhéus: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 1993. p. 1710-1721.

SEKI, A. S. **Demanda energética de produtividade da soja e do milho em áreas de plantio direto e cultivo mínimo.** 2010. 131 f. Tese (Doutorado em Agronomia/Energia na Agricultura)-Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2010.

SILVA, A. R. B. **Diferentes sistemas de manejo do solo e espaçamentos na cultura do milho (*Zea mays* L.).** 2004. 147 f. Tese (Doutorado em Agronomia/Energia na Agricultura)-Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2004.

SOUZA, F. R. et al . Atributos físicos e desempenho agronômico da cultura da soja em um Latossolo Vermelho Distroférrico submetido a dois sistemas de manejos. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 34, n. 6, p. 1357-1364, dez. 2010.

SCHERTZ, D. L.; BECHERER, J. Terminology. In: MOLDENHAUER, W. C.; BLACK, A. L. **Crop residue management to reduce erosion and improve soil quality in NorthernGreat Plains**. Washington, DC: United States Department of Agriculture, 1994. p. 3.

SHIGIHARA, D; HAMAWAKI, O. T. Seleção de genótipos para juvenilidade em progênies de soja (*Glycine max* (L.) Merrill). **Bioscience Journal**, Uberlândia, p. 1-26, 2005.

STRECK, C. A. et al. Modificações em propriedades físicas com a compactação do solo causada pelo tráfego induzido de um trator em plantio direto. **Ciência Rural**, Santa Maria v. 34, n.3, p.755-760, 2004.

SILVA, V. R.; REICHERT, J. M.; REINERT, D. J. Variação na temperatura do solo em três sistemas de manejo na cultura do feijão. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 30, p. 391-399, 2006.

SILVA, A. R. B. **Diferentes sistemas de manejo do solo e espaçamentos na cultura do milho (*Zea mays L.*).** 2004. 167 f. Tese (Doutorado em Agronomia/Energia na Agricultura)- Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2004.

SILVEIRA, P. M.; STONE, L. F. Sistemas de preparo do solo e rotação de culturas na produtividade do milho, soja e trigo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental,** Campina Grande, PB, v. 7, n. 2, p. 240-244, 2003.

SILVEIRA, G. M. **O preparo do solo:** implementos corretos. 3. ed. Rio de Janeiro: Globo, 1989, 240 p.

SIQUEIRA, R.; CASÃO JUNIOR, R. **Trabalho no cultivo de grãos e oleaginosas:** máquinas para manejo de coberturas e semeaduras no sistema plantio direto. Curitiba: SENAR-PR, 2004. 88p.

SCALÉA, M. J. **Avaliação do plantio direto frente a aspectos relevantes da cultura moderada**. In:SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PLANTAS DANINHAS NO SEMI-ÁRIDO, 1., 2007, Mossoró. **Anais...** Mossoró: UFERSA, 2007. p. 85-112.

TOURINO, M.C.C. et al. Espaçamento, densidade e uniformidade de semeadura na produtividade e características agronômicas da soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 37, n. 8, p. 1071-1077, 2002.

TREZZI, M. M. et al. Multiple resistance of acetolactate synthase and protoporphyrinogen oxidase inhibitors in *Euphorbia heterophylla* biotypes.**Journalof Environmental Scienceand Health**: part B, Philadelphia, v.40, n. 1, p. 1-9, 2005.

TAVARES FILHO, J. et al. Resistência do solo à penetração e desenvolvimento do sistema radicular do milho (*Zeamays*, L.) sob diferentes sistemas de manejo em um latossolo roxo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**,Viçosa, MG, v.25, n.3, p.725-730, 2001.

VALADÃO JÚNIOR, D. et al. Adubação fosfatada na cultura da soja em Rondônia. **Scientia Agraria**, Coritiba, v. 9, n. 3, p. 369-375, 2008.

VEZZANI, F.M.; MIELNICZUK, J. Uma visão sobre a qualidade do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 33, p.743-755, 2009.