

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ - UNIOESTE
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLÓGICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO “*STRICTO SENSU*” EM
ENGENHARIA AGRÍCOLA**

**SEMEADURA DA SOJA EM SISTEMAS DE ROTACÃO DE CULTURAS E
INTEGRAÇÃO AGRICULTURA-PECUÁRIA EM UM LATOSSOLO SOB
SISTEMA DE PLANTIO DIRETO**

**CASCADEL – Paraná – Brasil
Maio - 2007**

Livros Grátis

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

Milhares de livros grátis para download.

FLAVIO GURGACZ

**SEMEADURA DA SOJA EM SISTEMAS DE ROTACÃO DE CULTURAS E
INTEGRAÇÃO AGRICULTURA-PECUÁRIA EM UM LATOSSOLO SOB
SISTEMA DE PLANTIO DIRETO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola em cumprimento aos requisitos parciais para obtenção do título de Mestre em Engenharia Agrícola, área de concentração **Engenharia de Sistemas Agroindustriais**.

Orientador: Prof. Dr. Suedêmio de Lima
Silva

**CASCADEL – Paraná – Brasil
Maio - 2007**

Ficha catalográfica

Elaborada pela Biblioteca Central do Campus de Cascavel - Unioeste

| | |
|-------|--|
| G986s | Gurgacz, Flavio Semeadura da soja em sistemas de rotação de culturas e integração agricultura-pecuária em um latossolo sob sistema de plantio direto. / Flavio Gurgacz — Cascavel, PR: UNIOESTE, 2007. 69 f. ; 30 cm Orientador: Prof. Dr. Suedêmio de Lima Silva Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná. Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Engenharia Agrícola, Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas. Bibliografia. 1. Plantio direto. 2. Integração agricultura-pecuária. 3. Semeadoras. 4. Soja – Cultura. I. Silva, Suedêmio de Lima. II. Universidade Estadual do Oeste do Paraná. III. Título. CDD 21ed. 633.34 |
|-------|--|

Bibliotecária Jeanine Barros CRB-9/1362

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela força nas horas mais difíceis desta caminhada, pois sua presença em minha vida é o que me ajuda a superar todos os obstáculos.

Agradeço

A minha família pelo apoio e incentivo a minha carreira profissional que sempre foi sustentada pela atividade agrícola praticada por ela.

Ao meu pai por disponibilizar a infra-estrutura necessária à realização deste trabalho e pela ajuda nas tarefas durante todo o desenvolvimento do mesmo.

A meu irmão Daniel e meus amigos Marcelo Alam Primo e Vilson Luis Kunz, pela ajuda indispensável durante todo o período do Mestrado.

A meu orientador Suedêmio de Lima Silva, por ter aceitado este desafio técnico-científico, possibilitando a realização deste trabalho.

A meu amigo, educador e grande incentivador da minha carreira Emerson Fey, pelo incentivo à pesquisa desde os tempos de graduação.

A CAPES pela bolsa de estudos que possibilitou a minha dedicação integral ao aperfeiçoamento pessoal.

Muito Obrigado

SUMÁRIO

| | |
|---|------|
| LISTA DE TABELAS | V |
| LISTA DE FIGURAS..... | VI |
| RESUMO..... | VII |
| ABSTRACT | VIII |
| 1 INTRODUÇÃO | 9 |
| 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA | 12 |
| 2.1 SISTEMA PLANTIO DIRETO | 12 |
| 2.2 INTEGRAÇÃO AGRICULTURA-PECUÁRIA..... | 15 |
| 2.3 SEMEADORAS..... | 20 |
| 2.4 MECANISMOS SULCADORES | 22 |
| 2.5 REQUERIMENTO DE FORÇA DE TRAÇÃO NAS SEMEADORAS..... | 23 |
| 2.6 EMERGÊNCIA DE PLÂNTULAS E ÍNDICE DE VELOCIDADE DE EMERGÊNCIA..... | 25 |
| 2.7 PRODUTIVIDADE DAS CULTURAS..... | 25 |
| 3 MATERIAL E MÉTODOS | 27 |
| 3.1 LOCAL..... | 27 |
| 3.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL..... | 27 |
| 3.3 MANEJO DO SOLO..... | 28 |
| 3.4 CONDUÇÃO DAS CULTURAS DE INVERNO | 29 |
| 3.4.1 Aveia para pastejo | 29 |
| 3.4.2 Consórcio de plantas | 29 |
| 3.4.3 Cultura do trigo | 30 |
| 3.5 CONDUÇÃO DA CULTURA DA SOJA | 31 |
| 3.6 PRECIPITAÇÃO..... | 30 |
| 3.7 CONJUNTO DE SEMEADURA | 31 |
| 3.7.1 Regulagens..... | 31 |
| 3.8 AVALIAÇÕES..... | 32 |
| 3.8.1 Propriedades físicas do solo | 32 |
| 3.8.1.1 Macroporosidade, microporosidade e densidade do solo | 32 |
| 3.8.1.2 Resistência à penetração | 33 |
| 3.8.1.3 Granulometria e densidade de partículas..... | 33 |
| 3.8.1.4 Teor de água do solo..... | 33 |
| 3.8.2 Massa seca da cobertura vegetal | 33 |
| 3.8.3 Demanda energética..... | 34 |
| 3.8.3.1 Sistema de aquisição de dados..... | 34 |
| 3.8.3.2 Força na barra de tração..... | 34 |
| 3.8.3.3 Velocidade de deslocamento | 35 |
| 3.8.3.4 Patinação das rodas motrizes | 35 |
| 3.8.3.5 Consumo de combustível | 36 |
| 3.8.3.6 Rotação do motor | 36 |
| 3.8.4 Desempenho da semeadora..... | 36 |
| 3.8.4.1 Área de solo mobilizada no sulco..... | 36 |
| 3.8.4.2 Profundidade do sulco..... | 37 |
| 3.8.4.3 Profundidade da semente | 37 |
| 3.8.4.4 Índice de velocidade de emergência (IVE)..... | 37 |
| 3.8.5 População de plantas..... | 38 |
| 3.8.6 Produtividade | 38 |

| | | |
|-------|--|----|
| 4 | RESULTADOS E DISCUSSÃO..... | 40 |
| 4.1 | PROPRIEDADES FÍSICAS DO SOLO..... | 40 |
| 4.2 | MASSA SECA DA COBERTURA VEGETAL | 44 |
| 4.3 | DEMANDA ENERGÉTICA | 45 |
| 4.3.1 | Desempenho da semeadora..... | 48 |
| 4.4 | PRODUTIVIDADE E POPULAÇÃO DE PLANTAS | 52 |
| 5 | CONCLUSÕES | 54 |
| 6 | REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 55 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|----|
| Tabela 1. Resultados das análises químicas (pH, macronutrientes e micronutrientes) e físicas (textura) do solo na profundidade de 0 a 200 mm | 28 |
| Tabela 2. Valores médios para porosidade total (PT), macroporosidade (Macro), microporosidade (Micro) e densidade (Ds) do solo da área experimental na primeira fase, em duas profundidades | 40 |
| Tabela 3. Valores médios para porosidade total (PT), macroporosidade (Macro), microporosidade (Micro) e densidade (Ds) do solo da área experimental na segunda fase, em duas profundidades..... | 41 |
| Tabela 4 Valores médios de microporosidade do solo na camada de 7 a 14 cm da área experimental na segunda fase | 42 |
| Tabela 5 Valores médios de umidade do solo (base seca) no dia da semeadura (g g^{-1}) | 43 |
| Tabela 6 Valores médios de força por linha de semeadura (N linha^{-1})..... | 46 |
| Tabela 7 Valores médios de consumo de combustível (L h^{-1})..... | 47 |
| Tabela 8 Valores médios de velocidade de semeadura (km h^{-1})..... | 47 |
| Tabela 9 Valores médios de patinagem das rodas motrizes (%) | 48 |
| Tabela 10 Valores médios de rotação do motor (RPM)..... | 48 |
| Tabela 11 Valores médios de profundidade de sulco (cm)..... | 49 |
| Tabela 12 Valores médios de profundidade de sementes (cm) | 50 |
| Tabela 13 Valores médios de revolvimento do solo no sulco de semeadura (cm^2) | 50 |
| Tabela 14 Valores médios do Índice de Velocidade de Emergência (IVE)..... | 51 |
| Tabela 15 Valores médios de Índice de Velocidade de Emergência (IVE) calculados a partir do primeiro dia de emergência das plantas..... | 52 |
| Tabela 16 Valores médios de produtividade de soja (kg ha^{-1})..... | 52 |
| Tabela 17 Valores médios de população de plantas (plantas ha^{-1}) | 53 |

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1. Disposição dos tratamentos primários..... | 27 |
| Figura 2. Vista geral do experimento no estágio vegetativo das culturas de inverno..... | 29 |
| Figura 3 Dados da propriedade de precipitação total mensal ocorrida entre 05/2005 a 05/2006 (Coleta a 600m do experimento). | 30 |
| Figura 4 Colheita mecânica das parcelas..... | 38 |
| Figura 5 Coleta dos grãos no final do transportador helicoidal de grãos limpos. . | 39 |
| Figura 6 Resistência do solo a penetração (RSP) no dia da semeadura nas diferentes coberturas do solo. | 44 |
| Figura 1 A Coleta de solo com anel volumétrico. | 60 |
| Figura 9 A Rolagem do consórcio Aveia e nabo. | 63 |
| Figura 10 A Área de pastejo no dia da semeadura..... | 60 |
| Figura 11 A Área do consórcio no dia da..... | 63 |
| Figura 12 A Área de trigo no dia da semeadura..... | 60 |
| Figura 13 A Conjunto de semeadura..... | 63 |
| Figura 14 A Medidores de fluxo instalados no | 60 |
| Figura 15 A Célula de carga e sensor de rotação..... | 64 |
| Figura 16 A Radar instalado no chassi do trator..... | 61 |
| Figura 17 A Sistema de aquisição de dados. | 64 |
| Figura 18 A Mecanismos sulcador, controle de | 61 |
| Figura 19 A Regulagem do compactador..... | 64 |
| Figura 20 A Disco de corte de palha..... | 61 |
| Figura 21 A Mecanismo sulcador tipo haste..... | 65 |
| Figura 22 A Mecanismo sulcador tipo disco duplo | 65 |
| Figura 23 A Condutor de fertilizante fixado na linha de semeadura..... | 62 |
| Figura 24 A Perfilômetro após a passagem da..... | 62 |
| Figura 25 A Perfilômetro após a retirada do solo..... | 65 |
| Figura 26 A Fase vegetativo da cultura da soja..... | 63 |
| Figura 27 A Ponto de colheita da soja..... | 66 |
| Figura 28 A Subparcelas antes da colheita..... | 63 |
| Figura 29 A Colheita das subparcelas..... | 66 |

RESUMO

O sistema plantio direto junto com a integração agricultura-pecuária desponta como alternativa à diversificação das atividades agrícolas, proporcionando aumento de renda, diminuição dos riscos de produção e otimização de máquinas e insumos. As semeadoras para plantio direto, disponíveis no mercado, disponibilizam vários componentes que se adaptam as diferentes condições de implantação da lavoura. Por outro lado, são necessárias informações que indiquem em quais situações deve-se modificar um mecanismo e qual seu efeito na implantação da cultura. Nesse sentido, implantou-se um trabalho sob latossolo no município de Cascavel - PR, avaliando-se o desempenho de uma semeadora adubadora na implantação da cultura da soja sob diferentes sistemas de manejo do solo. Utilizou-se sulcadores de fertilizante tipo haste, disco duplo e sua ausência sob dois sistemas de rotação de cultura (trigo/soja e planta de cobertura/soja) e integração agricultura-pecuária. Para a caracterização da área, mensurou-se a densidade, macroporosidade, microporosidade, resistência à penetração, umidade e cobertura vegetal do solo. No trator, foram mensurados o consumo de combustível, força na barra de tração, patinagem dos rodados, rotação do motor e velocidade. Os outros parâmetros avaliados foram a profundidade de sulco e sementes, revolvimento do solo na linha, índice de velocidade de emergência (IVE), população de plantas e produtividade. Os resultados mostram uma tendência de modificação nos parâmetros físicos do solo de acordo com o sistema de manejo e modificação do desempenho da semeadora equipada com os diferentes mecanismos sob as diferentes condições de solo. O consumo de combustível, requerimento de força, patinagem e velocidade foram significativamente modificados pelo mecanismo sulcador. O mecanismo tipo haste obteve maior profundidade de sulco e sementes, revolvimento do solo na linha e menor IVE. A produtividade de soja não foi influenciada pelo mecanismo sulcador e sim pelo sistema de manejo, sendo o maior valor obtido no sistema integração agricultura-pecuária, em função da maior população de plantas obtida. Concluiu-se que, quando se trabalha com diferentes sistemas de manejo, é necessário modificar os mecanismos de preparo do solo na linha de semeadura, para se obterem os resultados desejados.

Palavras chave: mecanismo sulcador; desempenho de semeadora; consumo de combustível; produtividade.

SEEDING OF SOYBEAN IN SYSTEMS OF HANDLING CULTURE AND CATTLE-RAISING INTEGRATION IN OXISOL UNDER NO TILLAGE SYSTEM

ABSTRACT

The no tillage system with cattle-raising integration blunts as an alternative to agricultural activities diversification providing income increase, production risks decrease and optimization of the machinery and inputs. The no tillage seed drill available in the market disposal some components that adapts itself to different plantation conditions. On the other hand some information are necessary to indicate in which situations the mechanism must be modified and what is its effect in the culture implantation. In this direction it was conducted a research under an oxisol in Cascavel-PR evaluating the performance of a fertilizer and seed drill in the implantation of soybean culture under different systems of soil management. Were used fertilizer coulters cinzel type, double disc and its absence under two rotation systems (wheat/soybean and covering plant/soybean) and cattle-raising integration. For the area characterization were determined the density, macroporosity, microporosity, penetration resistance, humidity and soil vegetal covering. In the tractor were determined the fuel consumption, the drawbar force, pneumatic slip, rotation of the engine and speed. The other evaluated parameters were the depth of ridge and seeds, mobilized soil in the line, index of emergency speed (IVE), plant population and productivity. The results showed a tendency of modification in the soil physics parameters according to management system and a modification in the seeder performance equipped with different coulters under the different soil conditions. The fuel consumption, drawbar force, pneumatic slip and speed were significantly modified by the coulter mechanism. The cinzel coulter showed greater depth of ridge and seeds, soil mobilizing in the line and minor IVE. The soybean productivity was not influenced by the coulter mechanism but was affected by the management system being the major value obtained in the cattle-raising integration system in function of the biggest population of plants gotten. It was concluded that when it works with different management systems it is necessary to modify the coulters of soil preparation in the sowing line to get the desired results.

Key words: coulters; seeder performance; fuel consumption; productivity

1 INTRODUÇÃO

A agricultura atual atravessa um processo de transição no que diz respeito ao sistema de produção. A competitividade e as margens de lucro cada vez menores fazem com que os produtores busquem alternativas de produção que objetivem minimizar os custos e aumentar a produtividade, além de garantir a qualidade no sistema produtivo.

Na busca por alternativas sustentáveis e ao mesmo tempo rentáveis para o desenvolvimento de sistemas de produção agropecuária, GASSEN & GASSEN (1996) já destacam o sistema de semeadura sob a palha, também chamado de plantio direto, como uma alternativa. Esse sistema tem como fundamento principal o preparo do solo somente na linha de semeadura, visando manter os restos da cultura sobre a superfície do solo, protegendo o mesmo das intempéries, além de proporcionar benefícios como a melhoria das condições físicas, químicas e biológicas do solo.

Aliado ao sistema plantio direto, a rotação de culturas é fundamental para o sucesso desse sistema, pois esta visa a manutenção da cobertura vegetal sobre o solo, contribui na quebra do ciclo de pragas e doenças, aumenta o número de espécies cultivadas com diminuição de riscos e diversificação da renda, além de contribuir para o aumento do teor de matéria orgânica do solo.

As premissas básicas da sustentabilidade agropecuária, tendo como enfoque o produtor rural, são fundamentais: a redução dos custos de produção, agregação de valores e o uso intensivo da área, principalmente sob lavoura, durante todo o ano, devendo ser mantidas as altas produtividades. Uma das melhores alternativas para se possibilitar essas premissas, além do emprego do sistema plantio direto, é a integração agricultura-pecuária (KLUTHCOUSKI & YOKPYAMA, 2003).

Um sistema de integração agricultura-pecuária possibilita a produção de grãos, geralmente durante a estação de verão e posteriormente a atividade pecuária, utilizando benefícios obtidos da atividade agrícola como adubação, baixa infestação de plantas daninhas, resíduos vegetais, etc.

Esse sistema, usado como alternativa para o aumento da rentabilidade agropecuária, deve ter seu manejo baseado em alguns critérios técnicos, para que seja possível sua continuidade, sem impactos negativos à rentabilidade e ao meio ambiente, a médio e longo prazo.

Um dos entraves técnicos deste sistema é o manejo das condições físicas do solo, uma vez que a atividade pecuária sob as áreas de cultura de exploração comercial, quando realizada de maneira incorreta pode se tornar inviável. Um exemplo disso é o aumento da densidade do solo, quando se usam taxas de lotação elevadas e alto tempo de permanência dos animais na área, tendo ainda como agravante a permanência destes em condições de solo úmido.

Os problemas físicos do solo acarretados pelo manejo inadequado são: a alta densidade, baixa taxa de infiltração de água e porcentagem de poros (macro e micro), alta resistência à penetração e baixos teores de matéria orgânica, podendo apresentar dificuldades na implantação e desenvolvimento de culturas, ainda mais quando se trabalha em solos com alto teor de argila.

A etapa de semeadura é uma das mais importantes dentro de um sistema de produção agrícola, pois nesta se inicia o desenvolvimento da cultura, desenvolvimento esse que pode determinar o sucesso ou não da lavoura. A utilização de máquinas e equipamentos na implantação e manejo das culturas torna-se uma prática indispensável, pela grande extensão das áreas cultivadas, porém o desempenho destas máquinas e equipamentos pode ser alterado quando se trabalha com diferentes formas de manejo do solo, exigindo adaptações aos mais variados tipos de cultivo. Um exemplo disso são as semeadoras utilizadas na implantação das culturas, que têm seu desempenho modificado em função das condições físicas do solo, como tipo de cobertura, densidade, umidade, teor de argila e resistência à penetração.

A tecnologia disponível nas semeadoras para plantio direto possibilita ao agricultor enfrentar as várias dificuldades encontradas nos diversos sistemas de produção, como o rompimento de camadas compactadas, corte da palha na superfície do solo, deposição de fertilizantes e sementes em profundidades adequadas, potência requerida pela semeadora e outros problemas inerentes a esse sistema. Porém, são necessárias informações técnicas que demonstrem ao produtor qual a melhor ferramenta a ser usada.

Tendo em vista a necessidade de ampliar os resultados de pesquisa em relação ao desempenho de semeadoras equipadas com diferentes mecanismos sulcadores sob diferentes condições de solo, implantou-se um experimento, avaliando a implantação da cultura da soja (*Glycine max.* L.) com uma semeadora adubadora, equipada com dois mecanismos sulcadores de fertilizante (disco duplo e haste) e sua ausência (sem sulcador) sob sistemas de rotação de culturas (com trigo e plantas de cobertura) e integração agricultura-pecuária (pastejo).

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Sistema Plantio Direto

Sistema plantio direto é definido como um processo de semeadura em solo não revolvido, no qual a semente é colocada em sulcos ou covas, com largura e profundidade suficientes para se obter uma adequada cobertura e um adequado contato da semente com o solo (MUZILLI, 1985).

A redução do número de operações de preparo do solo tem sido uma preocupação dos agricultores como forma de economizar tempo, trabalho, combustível e controlar a erosão, conservando o teor de água no solo, passando do sistema convencional para sistemas conservacionistas, como o preparo com escarificador e a semeadura direta (CASTRO, 1990).

A semeadura direta é o sistema agropecuário que mais se aproxima de um sistema ecológico natural, tendo em vista que não há revolvimento do solo e preconiza-se a manutenção de uma cobertura (verde e/ou morta) permanente no solo. Como consequência, o sistema de plantio direto constrói ao longo do tempo um solo estratificado que, ao nível de fertilidade, induz a um acúmulo acentuado, na superfície, de matéria orgânica e nutrientes, formando um gradiente de distribuição, com diminuição da concentração, em função do aumento da profundidade no perfil deste solo (PEIXOTO, 1997).

A cobertura vegetal do solo, no sistema plantio direto, pode proporcionar efeitos positivos e negativos sobre o crescimento de plantas. Entre tantos outros, são observados efeitos positivos no controle de plantas daninhas, da erosão, na nodulação de raízes de soja e na oportunidade de semeadura das culturas em sua melhor época. Os aspectos negativos estão relacionados aos efeitos alelopáticos sobre o desenvolvimento de plantas e sobre as doenças de cereais, que se multiplicam em tecidos mortos deixados na superfície do solo, causando a diminuição do rendimento de grãos das culturas em sucessão (VOSS & SIDIRAS, 1985; ALMEIDA, 1998; SANTOS & REIS, 1991).

Durante as operações de preparo do solo e semeadura são aplicadas forças compactativas que afetam a resistência do solo à penetração (VOORHEES et. al. 1989), o que ocorre devido às modificações das condições

físico-químicas e biológicas. A resistência à penetração é resultante de forças de coesão entre as partículas do solo, que é definida principalmente pela densidade, do teor de água e da granulometria do solo.

Para WEISS et al. (1998), o cultivo mínimo e o plantio direto consistem na mínima mobilização em toda a área de plantio ou na mobilização apenas na linha de semeadura respectivamente, com a manutenção do solo parcialmente ou totalmente coberto com plantas ou restos culturais. O manejo dessas coberturas vegetais, através do acamamento e corte, são práticas necessárias e fundamentais para a viabilização do uso de semeadoras-adubadoras para controlar plantas concorrentes pelo abafamento e efeito alelopático, além do auxílio decisivo e eficiente no controle da erosão dos solos.

Segundo BARTZ (1993), uma das práticas necessárias à implantação do sistema de semeadura direta é a rotação de culturas, incluindo-se a integração agricultura-pecuária. O escalonamento com a atividade pecuária possibilita a reciclagem de nutrientes e uma maior rapidez na mineralização da matéria orgânica, bem como diversificação da atividade, aumentando assim as possibilidades de lucro. Porém, as conseqüências da adoção desta integração têm trazido problemas de compactação, devido ao pisoteio (compactação superficial) e ao tráfego de máquinas, visando à fenação (compactação mais profunda).

O mesmo autor ainda relata que em solos com alto teor de argila (acima de 60%), ocorrem problemas graves de compactação, visto que as operações de plantio, tratos culturais e colheita normalmente são realizados com solo úmido, devido a tais operações disporem de períodos de tempo determinados, não se podendo esperar as condições de umidade ideal para realizá-las.

O sistema plantio direto surgiu a partir da necessidade de práticas agrícolas que fossem economicamente viáveis, seguras e de menor impacto sobre os recursos naturais, porém dentre os problemas encontrados neste sistema, destacam-se os de ordem física, onde a compactação merece atenção especial. Esta pode ser quantificada através de parâmetros como densidade, macro e micro porosidade, resistência à penetração e o próprio desenvolvimento do sistema radicular das culturas (SEGANFREDO & PAULETTI, 1999).

Das prospecções tecnológicas realizadas junto aos produtores, identificou-se que as semeadoras-adubadoras de plantio direto têm apresentado problemas de desempenho em solos com altos teores de argila. A alta resistência à penetração dos componentes rompedores, nestes solos, associada a sua grande retenção de umidade têm exigido constante adaptação das máquinas a essa realidade. Como consequência, são freqüentes os problemas com corte irregular da vegetação, embuchamentos, abertura inadequada do sulco, aderência de solo nos componentes, profundidade de semeadura desuniforme, cobertura e compactação deficiente do solo sobre as sementes, afetando a uniformidade de emergência das plantas (CASÃO JUNIOR et al., 1997). No entanto, a compactação do solo não inviabiliza o plantio direto em solos originados de basalto, mas exige melhor acompanhamento das condições físicas, para que se tenha um diagnóstico e o dimensionamento de sua real importância (TORRES & SARAIVA, 1999).

Segundo DANIEL & MARETTI (1990), a importância básica de avaliar a compactação do solo prende-se ao fato da mesma oferecer resistência ao esforço tratório e ao perfeito desenvolvimento das culturas.

Neste sentido, ARAÚJO et al. (1998) identificaram que, na região oeste do estado do Paraná, a compactação superficial do solo constitui uma forte restrição para o plantio direto, onde o uso de sulcadores tipo haste ou “facão” nas semeadoras tem se generalizado como alternativa para rompê-la.

Para se atingir um plantio direto com qualidade, é indispensável o uso de adubação verde, rotação de culturas e a manutenção de cobertura morta sobre o terreno. Por isso, o uso de máquinas agrícolas deve visar, sempre, um solo com boa cobertura, mesmo após a operação de semeadura, o que se pode chamar de “plantio direto invisível” (SIQUEIRA, 2002).

Para TORRES & SARAIVA (1999), sistemas de rotação de culturas envolvendo espécies com o sistema radicular vigoroso e profundo, como o do guandu (*Cajanus cajan*), das crotalárias (*Crotalaria sp*), da aveia preta (*Avena sativa*), do tremoço (*Lupinus sp.*), do nabo forrageiro (*Raphanus sativus* (L.)) e do milheto (*Pennisetum glaucum* (L.)), que auxiliam na redução da compactação do solo e ainda para FLOSS (2002), uma das principais funções das plantas de cobertura do solo é a manutenção e/ou melhoria da estrutura

física do solo, estabilidade de agregados, proteção contra erosão e descompactação de camadas compactadas sub-superficialmente.

Seguindo esta linha de pesquisa com plantas de cobertura em sistema plantio direto, SILVA NETO, MACHADO & SCHON (1993) trabalharam com 13 espécies de cobertura vegetal, durante 4 (quatro) anos e constataram que a semeadura da soja em seqüência a gramíneas tem seu rendimento aumentado. A cobertura fornecida pelas gramíneas, principalmente a aveia preta, proporcionou uma boa cobertura de solo, controle de plantas daninhas, bem como a manutenção da umidade do solo por um período maior em relação a outras culturas.

Outro fator importante no manejo da palhada em sistema plantio direto é a quantidade de cobertura sobre o solo, pois VIDAL & BAUMAN et al. (1996), ao estudarem o efeito de níveis de palha de trigo (0, 3, 6, 9 e 12 ton ha) no micro-clima de um solo sob plantio direto, observaram que houve uma redução significativa na temperatura máxima do solo e um aumento de 17% na retenção de água (umidade volumétrica) na maioria dos níveis testados em relação à ausência de palha, demonstrando a importância da quantidade de cobertura vegetal sob as condições de temperatura e umidade do solo.

2.2 Integração agricultura-pecuária

O sistema de integração agricultura-pecuária ou como vem sendo chamada, a integração lavoura-pecuária, consiste basicamente na utilização de uma mesma área com lavoura em rotação com pastagens ou vice-versa, no mesmo ano agrícola ou alternando-se em anos com pecuária e outros com agricultura. Embora este sistema esteja sendo estudado com mais ênfase recentemente, os agricultores já têm praticado a bastante tempo, principalmente no sul do país na pecuária leiteira.

Na região sul do Brasil, a integração agricultura-pecuária é praticada há décadas, classicamente representada pelas rotações das lavouras de arroz irrigado com pastagens no Rio Grande do Sul e pelas rotações das lavouras de milho e soja com pastagens nos planaltos do Rio Grande do Sul e Paraná. Apesar da importância econômica desta atividade, verifica-se que a pesquisa

tem pouca participação neste tema, sendo encontrados poucos trabalhos nesta área (MORAES et al., 2002).

Ainda pode-se ressaltar a situação da produção animal nas áreas de lavoura, que sempre foi deixada de lado pelos produtores e pela pesquisa, onde a exploração agropecuária possui índices técnicos muito baixos em relação ao que pode ser alcançado com a exploração de pastagens anuais, tanto de inverno como de verão, no sistema de integração agricultura-pecuária (SOUZA, 2002).

Em regiões tipicamente de atividade pecuária, como o Mato Grosso do Sul, calcula-se que existam cerca de 16 milhões de hectares de pastagens e destas, a estimativa é de que 9 milhões de hectares (55%) estejam degradados. Os processos de degradação das pastagens têm sua origem na acidez, baixa fertilidade, compactação, falta de adubos e corretivos, falta de manutenção dos nutrientes, práticas inadequadas de formação e manejo da pastagem. Esses processos de degradação ainda podem ser agravados pela monocultura nestas áreas, como por exemplo, a utilização de apenas uma espécie de forrageira na produção de alimento. Porém uma das alternativas ao problema, pode ser a rotação de culturas, com a intercalação da atividade agrícola e pecuária na mesma área no decorrer do tempo (BROCH et al., 1997 e BORGES, 2003).

Em relação à atividade pecuária, os sistemas mais utilizados são os extensivos, baseados no uso de plantas forrageiras adaptadas à região, e nas condições edafoclimáticas locais. Esses sistemas de produção raramente utilizam insumos como corretivos e fertilizantes para melhorar ou incrementar seu potencial produtivo, agravando o problema de baixa fertilidade, bem como a baixa capacidade de suporte, acelerando o processo de degradação do solo (VILELLA et al., 2003).

Em função do tipo e aptidão de cada propriedade, pode-se dividir o sistema integração agricultura pecuária de duas maneiras (MORAES et al., 2002 e OLIVEIRA et al, 2002):

A) a integração agricultura-pecuária em uma região agrícola, ou seja, a pecuária entra como uma alternativa de diversificação das atividades. Neste caso, as áreas agrícolas são utilizadas para cultivo de plantas de cobertura e/ou pastagens anuais para alimentação dos animais em rotação com culturas

anuais de grãos. Assim, as áreas fornecem alimento aos animais, utilizando melhor a infra-estrutura e mão-de-obra, geralmente ociosa em algumas épocas do ano, aumentando a rentabilidade da propriedade, tornando-se uma opção que desperta o interesse dos produtores. Porém, mais trabalhos devem ser feitos, procurando gerar informações para tornar esse sistema técnico e economicamente viável, visto que muitas perguntas surgem quando se colocam animais nas áreas agrícolas, como: a produtividade das culturas subseqüentes, o manejo para a manutenção do sistema plantio direto, a rentabilidade do sistema, a compactação e degradação do solo entre outras questões.

B) No segundo caso de integração agricultura-pecuária, a agricultura entra como opção para reforma e recuperação de pastagens degradadas de maneira rápida, além de possibilitar a captação de recursos extras para investimentos na propriedade.

Porém, BROCH et al. (1997) salientam que neste caso, alguns obstáculos devem ser superados para o sucesso da integração, como a conscientização dos agropecuaristas, de que se deve tratar a pastagem como uma cultura de grãos, considerando a entrada e saída de nutrientes, manejo físico do solo e manutenção de matéria orgânica.

Uma das principais evidências da degradação dos solos é a elevada perda de matéria orgânica e conseqüentemente dos nutrientes nela contidos, dentre estes, o nitrogênio é o mais afetado. Dentre as alternativas empregadas para reverter o processo de degradação do solo, destacam-se o controle da erosão e a adição de nitrogênio ao solo. Neste caso, OLIVEIRA et al. (2002) sugerem como práticas eficientes para o controle da erosão do solo a manutenção contínua da cobertura do solo com culturas e resíduos vegetais e o aumento gradativo do teor de matéria orgânica, por meio da maior adição de fitomassa e da redução da sua taxa de decomposição.

A integração dos sistemas de produção de grãos e pecuária, juntamente com o sistema plantio direto, despontam como uma alternativa viável para a manutenção e/ou restabelecimento da capacidade produtiva de áreas agricultáveis. Esses sistemas têm potencial para aumentar a produtividade, reduzir os custos de produção e riscos de degradação,

melhorando as propriedades químicas, físicas e biológicas do solo, bem como o potencial produtivo tanto de grãos como de forragem (VILELA et al., 2003).

Os mesmos autores ressaltam os incontáveis benefícios proporcionados pelo sistema, como: agrônômicos, por meio da recuperação e manutenção das características produtivas do solo; econômicos, por meio da diversificação de oferta e obtenção de maiores rendimentos a menor custo com qualidade alimentar superior; ecológicos, por meio da redução da biota nociva às espécies cultivadas e conseqüente redução da necessidade de defensivos agrícolas, bem como a redução da erosão; e ainda sociais, por meio da distribuição mais uniforme da renda, já que as atividades pecuárias e agrícolas concentram e distribuem a renda, respectivamente.

Para MELLO (1997), o sistema de integração agricultura-pecuária permite melhores resultados técnico-econômicos, uma vez que aumenta consideravelmente a oferta de forragem, principalmente no inverno. Porém, segundo o autor, esse sistema deve contemplar os requisitos mínimos para o solo, as plantas e os animais onde possam ser utilizadas espécies de curta duração, cultivo de pastagens anuais e/ou de média e longa duração e pastagens perenes.

No sul do Brasil, em áreas de integração agricultura-pecuária, a época destinada ao pastejo ocorre geralmente no período de inverno-primavera e coincide com a época do ano em que o solo permanece com elevada umidade, o que pode favorecer o processo de compactação (BASSANI, 1996), prejudicando o crescimento radicular e a produtividade das culturas subseqüentes.

A utilização de aveia solteira ou em consórcio com azevém, centeio, trevo, entre outras espécies, visa o fornecimento de forragem para o gado no período de inverno. Resultados apresentados por MELLO (1997), demonstram ganhos de 400 a 600 kg PV¹ ha⁻¹, ou 5000 a 6000 kg de leite ha⁻¹, no entanto o autor ressalta a necessidade de alguns cuidados no manejo da lavoura, quando se pretende implantar a cultura da soja em seqüência, como: a retirada dos animais entre 45 e 50 dias antes da semeadura permitindo a formação de cobertura seca na área, evitar a presença dos animais na área durante os dias

¹ PV: Peso vivo, referindo-se ao peso vivo de animais.

em que o solo possua alta umidade, se possível e a utilização de haste e disco de corte nas semeadoras, a fim de romper camadas compactadas na superfície do solo (6 a 8 cm).

A formação de camadas compactas no solo tem relação direta com o tipo de manejo, principalmente, em solos com alta quantidade de argila. Segundo KOCHHANN et al. (2000), o processo de compactação resulta da ação de forças mecânicas, vindas do tráfego de máquinas e/ou do pisoteio de animais sobre o solo e da ação da água de percolação no perfil, transportando partículas dispersas. Esse tipo de comportamento é comum em áreas argilosas e sem manejo adequado dos animais.

Segundo MORAES et al. (2002), o fato dos animais causarem prejuízos nas características físicas do solo por efeito do pisoteio é relevante, mas também é importante lembrar a ação regeneradora que a própria pastagem pode exercer, no sentido de reverter esse processo. O efeito da descompactação, além de ser obtido biologicamente pela ação do sistema radicular da própria pastagem é também obtido pela mesofauna do solo. Isto é possível quando a pastagem é submetida a períodos de descanso, suficiente para promover um bom acúmulo de fitomassa aérea, que será um suporte a um melhor desenvolvimento do sistema radicular. Ainda segundo estes autores, a rotação da pastagem com cultivos agrícolas também impõe um período de descanso no qual o efeito regenerador do solo é realizado pela ação do crescimento dos cultivos anuais, desde que esta rotação seja feita em sistema plantio direto.

A compactação exercida pelos animais no solo é superficial, segundo o trabalho de MELLO et al. (2001), avaliando o comportamento dos atributos físicos num latossolo vermelho distrófico com 16% de areia, 80% de argila e 4% de silte, submetido a pastejo rotacionado. Os autores concluíram que na profundidade de 0-10 cm o pisoteio animal causou aumento da densidade e redução drástica da macroporosidade do solo, desde o primeiro pastejo em todos os locais de amostragem, uniformemente distribuídos dentro dos piquetes. A camada de 10-20 cm não sofreu modificações nos atributos físicos, embora tenha sofrido compactação na superfície, a área em questão continuou passível de ser utilizada com plantio direto de culturas anuais, mas, no entanto, se faz necessário o uso de haste na semeadora, que quebra esta camada

superficial, colocando as sementes a uma profundidade adequada, melhorando o contato solo-semente e permitindo germinação e emergência normal.

2.3 Semeadoras

Segundo a Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT (1994), as semeadoras são classificadas, segundo a forma de distribuição de sementes, em semeadoras de precisão e semeadoras de fluxo contínuo. As semeadoras de precisão são máquinas que distribuem sementes uma a uma ou em grupos, em intervalos regulares, de acordo com a densidade de semeadura preestabelecida, enquanto que, as semeadoras de fluxo contínuo dosam as sementes de forma contínua (ABNT, 1989). A semeadora-adubadora é a máquina dotada de órgãos para a abertura dos sulcos, dosagem e distribuição de sementes e fertilizantes no solo, possuindo também mecanismos responsáveis pelo fechamento dos sulcos. As sementes e o adubo são colocados no solo, cuja separação e posicionamento variam de cultura para cultura, devendo ser o suficiente para permitirem o pleno desenvolvimento produtivo das plantas, bem como a passagem de máquinas e/ou implementos responsáveis pelos tratamentos culturais.

No caso específico das operações de semeadura e adubação, eventuais problemas somente serão detectados após a germinação das sementes e seu desenvolvimento, quando a correção do trabalho se tornará difícil e custosa, além de já ter comprometido a produção. Por exemplo, o excesso de plantas ou falhas na linha de semeadura, provocado por deficiência do mecanismo dosador de sementes de uma máquina, pode comprometer o sucesso da produção, pois a população de plantas por área é fator primordial para a boa produtividade do milho (CARNEIRO & GERAGE, 1991).

Em relação à operação de semeadura, autores como WEIRICH NETO (1999) usam o diagrama de Ishikawa para reproduzir graficamente as variáveis de causa (input) de um determinado processo que geram um efeito (output). Estas causas podem ser divididas em cinco categorias: máquina (trator + semeadora), meio (solo + palha), material (semente + adubo), mão-de-obra (agrônomo + operador), e método (velocidade + regulagem). Esta divisão

facilita a visualização do processo e permite resolver problemas de maneira mais eficaz.

Em solos de origem basáltica, a alta resistência à penetração imposta aos componentes rompedores de semeadoras e a alta retenção de umidade, têm ocasionado problema de corte de palha, embuchamentos, abertura inapropriada de sulco, profundidade de semeadura desuniforme, cobertura e compactação deficientes sobre as sementes, o que afeta a uniformidade de emergência das plantas (CASÃO JUNIOR et al, 1998).

A utilização de máquinas e equipamentos agrícolas, quando feita de maneira adequada, melhora a eficiência operacional, aumenta a capacidade efetiva de trabalho, facilita as tarefas do homem no campo, possibilita a expansão das áreas de plantio, proporciona melhores produtividades e permite atender ao cronograma de atividades em tempo hábil (DELAFOSSÉ, 1986).

SATTLER et al. (1998) discutem o uso de três índices experimentais como parâmetros comparativos da caracterização qualitativa do trabalho realizado por semeadoras para semeadura direta: índices de mobilização relativa, de elevação relativa e de movimentação relativa do solo. Os resultados obtidos indicaram que o índice de movimentação relativa do solo pode ser um parâmetro qualitativo de comparação, quando as profundidades de trabalho dos equipamentos forem diferentes.

O desempenho dos sulcadores de fertilizantes no solo é um dos fatores que interfere no processo de semeadura e segundo ARAÚJO et al. (1999a) a profundidade do sulco é influenciada pelo teor de água no solo, resistência à penetração e densidade. A adesão de solo no sulcador, em função do seu alto teor de água, promove uma maior mobilização e dificuldade de retorno deste solo ao sulco. Outro aspecto relevante em relação aos diferentes tipos de sulcadores é a influência destes sobre o número médio de dias para a emergência da soja e a mobilização do solo no sulco.

A força de tração requerida pelo mecanismo sulcador também é outro fator importante no desempenho de uma semeadora, pois sulcadores do tipo haste requerem maior força de tração, comparados ao sistema de disco duplo, implicando em maior consumo de combustível (FEY, 2000).

Visando a otimização do conjunto trator-semeadora, é necessário o conhecimento da força de tração exercida sobre a semeadora e o requerimento

de cada tipo de mecanismo sulcador. As hastes formam o sulco de semeadura com maiores profundidades do que os discos duplos, com conseqüente aumento da mobilização do solo, esforços de tração e exigência de potência nos tratores (VIEIRA et al., 1998; ARAÚJO et al., 1999; OLIVEIRA et al., 2000). Estes ainda afirmam que, quando o solo estiver úmido, podem ocorrer problemas com a haste devido à aderência do mesmo ao mecanismo e aos elementos de discos.

Além do dimensionamento do conjunto, é importante que os mecanismos sulcadores da semeadora sejam adequados às condições da lavoura, principalmente no caso de camadas compactadas do solo. Nestes casos, a vantagem da utilização do sistema de haste sulcadora é que o mesmo pode operar em maior profundidade, possibilitando a deposição de sementes em uma região onde a umidade e a temperatura do solo são mais adequadas a germinação, principalmente, em períodos de condições climáticas adversas como estiagem e alta temperatura (SCHLOSSER et al., 1999).

Em relação à deposição de fertilizantes no sulco SILVA et al. (2000) comprovaram a redução da produtividade e do estande de plantas de milho quando se trabalhou com profundidade do adubo a 5 cm em relação a profundidade de 10 cm, alegando a salinização do sulco de semeadura, o que reduziu a germinação e acarretou injúrias nas plântulas.

Ainda SILVA et al. (2000) discutem os resultados citando Vieira & Gomes (1961), onde os mesmos comprovaram que as altas doses de superfosfato simples ou de cloreto de potássio em contato com sementes de feijão acarretaram queda de germinação de 59% e 58%, respectivamente, demonstrando a necessidade da correta deposição do fertilizante em relação a semente.

2.4 Mecanismos sulcadores

Os mecanismos sulcadores são responsáveis pela abertura do sulco para a deposição de sementes e adubo à profundidade pré-determinada (COELHO, 1996). O posicionamento dos sulcadores é um fator importante, pois eles devem ser capazes de depositar o adubo abaixo e/ou ao lado das sementes e nunca junto a elas.

Existem diversos tipos e combinações de sulcadores para semente e adubos em função do preparo de solo realizado, tipo, quantidade e forma de disposição dos resíduos ou de plantas de cobertura, tipo de solo, teor de água, grau de compactação da camada superficial, profundidade de semeadura, velocidade e grau de mobilização do leito de semeadura desejado (AMERICAN SOCIETY OF AGRICULTURAL ENGINEERS, 1996c). No Brasil as opções mais empregadas são os sulcadores de discos duplos com mesmo diâmetro, discos duplos de diâmetros diferentes (defasados) e os do tipo haste (LEVIEN, 1999).

Estudando diferentes configurações de elementos rompedores de solo em semeadura direta CHOUDHARY & BAKER (1981), estabeleceram como critério desejável o mínimo revolvimento superficial do solo com o máximo de resíduos na superfície, rompendo o solo em subsuperfície de modo a permitir o estabelecimento e proliferação de raízes. Busca-se, especialmente nas culturas de verão (soja e milho), realizar, na linha de semeadura, uma mobilização de solo em profundidade sem grande revolvimento lateral, com o objetivo de romper possíveis camadas compactadas de solo e favorecer o desenvolvimento radicular. A reduzida movimentação de solo, lateralmente a linha de semeadura, visa também diminuir a incidência de plantas daninhas.

Para operar satisfatoriamente, RANDALL (1983) comenta que em condições de preparo conservacionista, as semeadoras devem ser suficientemente resistentes, possuir discos de corte e abridores de sulcos capazes de cortar a vegetação e os restos de culturas anteriores, além de cobrir as sementes e compactar o solo ao seu redor para evitar que as mesmas fiquem suspensas na palha e tenham sua germinação comprometida. Com a prática do plantio direto, é essencial que além dos requisitos acima citados, consiga-se efetuar o corte da palha exposta na superfície do solo, antes da abertura do sulco.

2.5 Requerimento de força de tração nas semeadoras

O requerimento de força de tração nas semeadoras é um parâmetro importante na avaliação das mesmas, principalmente no que diz respeito ao dimensionamento do conjunto trator-semeadora. Ao avaliar cinco modelos

comerciais de semeadoras-adubadoras, de arrasto, com quatro linhas para milho, MANTOVANI et al. (1992) obtiveram valores de força de tração entre 922 a 2319 N por linha. Os mecanismos sulcadores de adubo e semente usados no ensaio foram o disco duplo, sob preparo convencional em Latossolo argiloso a uma velocidade de trabalho de 4,5 a 6,0 km h⁻¹.

Ainda estudando o requerimento de força por diferentes mecanismos sulcadores, CASÃO JÚNIOR et al. (1998) obtiveram valores de 3941 N em Terra Roxa Estruturada e 4300 N em Latossolo Roxo, por linha de semeadura. Os mesmos utilizaram uma semeadora-adubadora com quatro linhas para milho, equipada com sulcadores de tipo haste, em lavouras sob plantio direto, com 6100 kg ha⁻¹ de resteva de soja, indicando que há influência do tipo de solo no requerimento de força para os mecanismos sulcadores.

Ao compararem o desempenho de uma semeadora-adubadora de precisão em diferentes sistemas de preparo do solo e manejo da cobertura vegetal, LEVIEN et al. (1999) avaliaram a capacidade operacional e demanda energética da mesma sob Terra Roxa Estruturada. Os tratamentos foram sistemas de preparo convencional, escarificado sem manejo mecânico da cobertura e plantio direto, sobre a cobertura manejada com rolo faca, roçadora e triturador de palha. Os autores concluíram que a força de tração não diferiu entre os tratamentos com variação de 3240 a 3635 N por linha de semeadura.

Ao trabalhar em Latossolo vermelho, FEY (2000) avaliou a força de tração requerida por uma semeadora equipada com disco duplo, guilhotina e haste e obteve valores médios de força de tração por linha na ordem de 2683, 3946 e 5486 N respectivamente, evidenciando a maior exigência de tração, quando se trabalha com mecanismo tipo haste.

Porém, SIQUEIRA et al. (2002) destacam que os fabricantes de máquinas agrícolas, especificamente de semeadoras-adubadoras, disponibilizam, no mercado, mecanismos de hastes sulcadora com as mais diferentes características de projeto, que combinados com outros mecanismos, proporcionam diferentes requerimentos de esforços.

2.6 Emergência de plântulas e índice de velocidade de emergência

O índice de velocidade de emergência é um dos melhores parâmetros para avaliar o desempenho final de uma semeadora, tendo em vista a sua eficiência em depositar as sementes no solo (PORTELA et al., 1997b).

Ao avaliar o desempenho de uma semeadora-adubadora no basalto paranaense, CASÃO JUNIOR et al. (1998) concluíram que a uniformidade da profundidade de sulco e semente refletiu satisfatoriamente na velocidade de emergência das plântulas de soja e milho, bem como no estande de plantas, onde a maioria emergiu no sexto dia após a semeadura.

Segundo MEROTTO JUNIOR et al. (1999), a uniformidade de emergência tem efeito significativo sobre a produção de milho, pois os mesmos ao estudarem quatro populações de milho (40, 60, 80 e 100 mil plantas ha⁻¹) e diferentes tratamentos de desuniformidade de emergência, obtiveram como resultados a redução da produção em função da desuniformidade de emergência. As maiores reduções foram observadas nas populações mais altas, onde a competição entre plantas é mais acentuada, obtendo-se um menor índice de espigas.

Já, ao avaliarem o desempenho de quatro semeadoras-adubadoras, ARAÚJO et al. (1999b) encontraram resultados diferentes na emergência de plântulas de milho e soja, quando equipadas com discos de corte, sulcadores do tipo haste para fertilizantes e discos duplos para sementes, mostrando que um mesmo tipo de sulcador, porém produzido por diferentes fabricantes, influencia no estabelecimento da cultura.

CASÃO JUNIOR et al. (2001), avaliando dez semeadoras-adubadoras de precisão, observaram uma grande variação na porcentagem de emergência de plantas de soja, pois as que obtiveram baixa porcentagem de emergência (70 a 76%) tinham sulcos com pouca cobertura de palha e as demais obtiveram porcentagem de emergência entre 82 e 95% de plantas de soja.

2.7 Produtividade das culturas

A influência na produtividade das culturas causada pela sua implantação com diferentes tipos de mecanismos sulcadores de fertilizante é

objeto de estudo de vários autores, pois a produtividade final é um dos fatores econômicos que mais interferem no lucro da atividade agrícola.

Ao estudar a implantação da cultura da soja com os mecanismos sulcadores tipo haste sulcadora, disco duplo e guilhotina, sob um latossolo argiloso, FEY (2000) não encontrou diferenças significativas na produtividade da cultura, entre os mecanismos.

Da mesma forma, GURGACZ (2004), avaliando dois tipos de mecanismo sulcadores (haste e disco duplo) e sua profundidade de trabalho (7 e 14 cm) em latossolo argiloso, não observou diferença significativa na produtividade e população final de plantas da soja entre os mecanismos sulcadores.

Resultados obtidos por HETKOWSKI (2003), avaliando os mecanismos disco duplo, haste a 7 cm, haste a 14 cm e sem sulcador na implantação da cultura da soja, não obteve diferenças significativas na produtividade, quando comparadas as médias entre os mecanismos.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local

O experimento foi realizado na propriedade de Sr. Romão Gurgacz, localizada no distrito de Juvinópolis, tendo como localização geográfica o paralelo 25°13' S e o meridiano 53°18'W com altitude de 720 metros, município de Cascavel, região oeste do Paraná. O clima da região é temperado mesotérmico e superúmido, com precipitação anual em torno de 1920 mm e temperatura média anual de 21°C; o solo da área possui 58; 32 e 10% de argila, silte e areia respectivamente.

3.2 Delineamento experimental

O delineamento experimental foi em blocos casualizados com arranjo em parcelas sub-divididas (split-plot), os tratamentos primários foram: consórcio de aveia e nabo manejado para cobertura do solo (CS), aveia submetida ao pastejo controlado (PST) e trigo como cultura comercial (TR). As parcelas primárias possuíam dimensões de 50 metros de largura por 20 metros de comprimento como área útil e 14 metros para área de manobra entre os tratamentos. A disposição das parcelas pode ser vista na Figura 1.

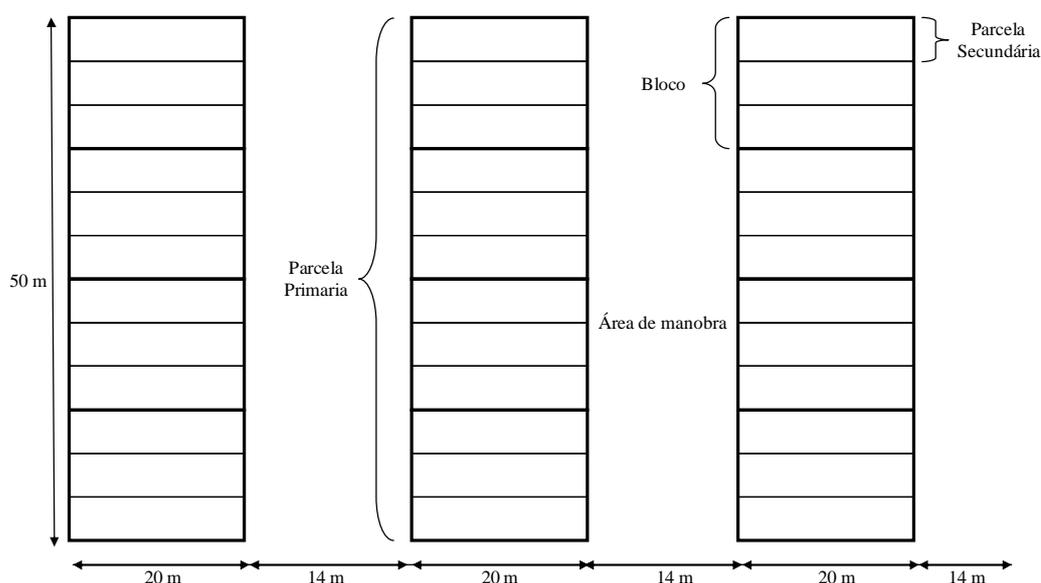


Figura 1. Disposição dos tratamentos primários.

Dentro de cada tratamento primário, foram alocados os tratamentos secundários (sub-parcelas), que constituíam as variações dos mecanismos sulcadores para deposição de fertilizante da semeadora adubadora. Estas variações foram: disco duplo desencontrado (DD), haste sulcadora (HT) e a ausência de mecanismo sulcador (SS), que neste caso, teve seu condutor de fertilizante fixado sobre a linha de semeadura, lançando o mesmo sob a superfície do sulco.

Os tratamentos secundários (sub-parcela) compreendiam nove linhas de semeadura, espaçadas de 0,45 metros entre si e 20 metros de comprimento, totalizando 36 sub-parcelas. Os dados foram submetidos à análise de variância e comparação de médias pelo teste de Tukey, com significância de 5%.

3.3 Manejo do Solo

A área cedida pelo produtor possui topografia plana e cultivada a mais de dez anos sob sistema de plantio direto e integração agricultura-pecuária. Como culturas de verão, são usadas a soja ou o milho e, no inverno, a cultura da aveia na produção de alimento para o gado ou, ainda, trigo para produção de grãos. As amostras para análise química do solo foram retiradas antes da implantação das culturas de inverno, a fim de ajustar a fertilidade se necessário, cujos valores podem ser observados na Tabela 1. Foram retiradas dez amostras simples, formando uma composta, em cada parcela primária.

Tabela 1. Resultados das análises químicas (pH, macronutrientes e micronutrientes) e físicas (textura) do solo na profundidade de 0 a 200 mm

| Parcela | Macronutrientes | | | | | | | |
|-----------|----------------------------|------|------|------------------------------------|------|------|---------------------|--------------------|
| | PH (CaCl ₂) | Al | H | Ca | Mg | K | P | C |
| | | | | cmol _c dm ⁻³ | | | mg dm ⁻³ | g dm ⁻³ |
| Consórcio | 5,20 | 0,00 | 5,35 | 8,58 | 3,19 | 0,48 | 7,02 | 28,83 |
| Pastejo | 5,20 | 0,00 | 4,96 | 7,07 | 2,67 | 0,23 | 4,27 | 24,93 |
| Trigo | 5,20 | 0,00 | 4,96 | 7,43 | 2,39 | 0,27 | 6,63 | 26,49 |

| Parcela | Micronutrientes | | | | Textura | | |
|-----------|-----------------|------|---------------------|--------|---------|-------|-------|
| | Cu | Zn | Fe | Mn | Argila | Silte | Areia |
| | | | mg dm ⁻³ | | | % | |
| Consórcio | 5,48 | 9,22 | 34,27 | 97,71 | 58,06 | 31,46 | 10,48 |
| Pastejo | 6,38 | 7,46 | 46,55 | 80,80 | | | |
| Trigo | 7,82 | 9,59 | 92,65 | 127,64 | | | |

3.4 Implantação das culturas de inverno

As áreas onde se implantaram as culturas de inverno foram demarcadas com dimensões de 27 x 50 metros de comprimento e largura, respectivamente, possibilitando assim o manejo separado de área (Figura 2).



Figura 2. Vista geral do experimento no estágio vegetativo das culturas de inverno.

3.4.1 Aveia para pastejo

A aveia cultivada para fornecimento de alimento para o gado no período de inverno foi a cultivar IAPAR 61, semeada no dia 05 de maio de 2005 com densidade de semeadura de 50 kg ha^{-1} , obtendo-se uma população de $235 \text{ plantas m}^{-2}$ e adubação de base de 120 kg ha^{-1} de NPK da fórmula 4-20-20.

A aveia foi pastejada pelo gado sob uma lotação de $4,0 \text{ Unidade Animal ha}^{-1}$ (U.A. ha^{-1}) de forma controlada, ou seja, os animais entraram na área somente em condições de baixa umidade do solo, para reduzir danos à estrutura do solo. O pastejo foi permitido até que a cultura atingisse uma altura de 20 cm. Após isso, retiram-se os animais, possibilitando a rebrota da aveia e posterior dessecação das plantas com herbicida.

3.4.2 Consórcio de plantas

O consórcio de plantas utilizado na área teve a finalidade de proporcionar uma boa cobertura vegetal e melhorar as propriedades físicas do solo, no período de inverno.

As culturas utilizadas foram a aveia IAPAR 61 em consórcio com o nabo pivotante, com densidade de semeadura de 41 e 10 kg ha⁻¹, obtendo-se uma população de 193 e 47 plantas m⁻², respectivamente. Para o manejo das plantas, utilizou-se um rolo-faca, no dia 10 de agosto, acamando as mesmas quando estas se encontravam em pleno florescimento e o solo com baixa umidade.

3.4.3 Cultura do trigo

A cultura do trigo foi semeada com o objetivo de produzir grãos comerciais, usando-se a cultivar Embrapa BRS 208 e densidade de semeadura de 135 kg ha⁻¹, obtendo-se uma população de 305 plantas m⁻², segundo recomendação agrônômica para a cultivar.

A produtividade da cultura foi de 1800 kg ha⁻¹, prejudicada por uma chuva de granizo que causou debulha dos grãos, 4 dias antes da colheita.

3.5 Precipitação

A quantidade de chuva ocorrida na área foi registrada e anotada durante os meses de outubro e novembro de 2005, como pode ser visto na Figura 3.

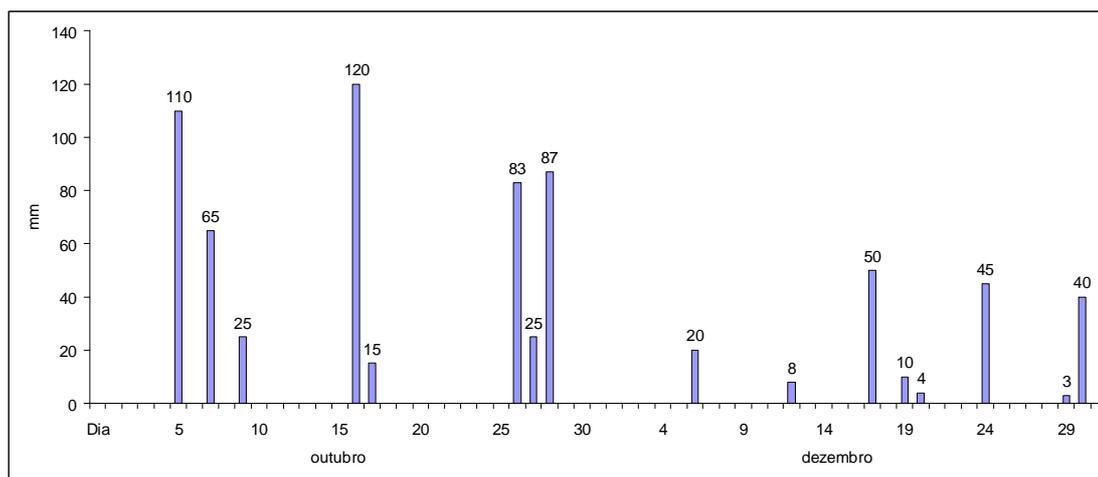


Figura 3 Dados de precipitação mensal ocorrida entre 10/2005 a 11/2005 (Coleta a 600m do experimento).

3.6 Implantação da cultura da soja

Utilizou-se, no experimento, a cultivar BRS 184 com uma adubação de base de 210 kg ha⁻¹ e formulação 00-20-20 NPK. Antes da implantação, a área foi dessecada com herbicida a base de Glyfosato na dose de 2,8 L ha⁻¹ em todas as parcelas e durante o desenvolvimento da cultura, foram aplicados os herbicidas do tipo pós-emergente Fomesafem+Fluazitop-P-Butil na dose de 0,3 L ha⁻¹ para controle de plantas daninhas em pós-emergência.

No decorrer do desenvolvimento da soja, aplicaram-se inseticidas a base de Acephate E Methomyl nas doses 0,5 kg ha⁻¹ e 0,1 L ha⁻¹ para controle de lagartas falsa medideira (*Pseudoplusia includens*), lagarta da soja (*Anticarsia gemmatalis*) e percevejo marrom (*Euquistos heros*).

Para o controle de doenças de final de ciclo e ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi*), utilizou-se fungicida a base de Trifloxistrobina + Ciproconazol na dose de 0,5 L ha⁻¹ na fase de florescimento.

3.7 Conjunto de Semeadura

Na realização do experimento, utilizou-se um trator da marca Ford[®], modelo 7610, 4x2 TDA, ano de fabricação 1992, equipado com motor Ford[®] 4,4 L de 105 cv (77,3 kW), tracionando uma semeadora marca Metasa[®], modelo PDM 9810, ano de fabricação 1998 (figura 13A), com nove linhas de semeadura para a cultura de soja; com mecanismos de ataque ao solo formados por um disco de corte liso simples, sulcador de fertilizante tipo disco duplo defasado ou haste sulcadora, sistema sulcador de semente do tipo disco duplo defasado, rodas de borracha limitadoras de profundidade e rodas compactadoras de sulco.

3.7.1 Regulagens

As regulagens foram realizadas previamente no campo, para ajuste e padronização, sendo estas mantidas durante todo o ensaio.

O trator trabalhou na 4^a. marcha LO, com rotação do motor a 2100 RPM, onde a rotação e a marcha eram selecionadas antes de iniciar o deslocamento do conjunto sobre as parcelas.

Regulou-se a semeadora para distribuir 16,5 sementes m^{-1} com as engrenagens motora e movida de 16 e 17 dentes, respectivamente. Desta forma, considerando-se o espaçamento de 0,45 m entre linhas, obteve-se a população de 366.700 sementes ha^{-1} que ficou próxima da recomendação da EMBRAPA, (2005). Na regulagem da dose de fertilizante, foram usadas as engrenagens 24 e 15 (motora e movida) do mecanismo dosador, aplicando uma dose de 210 $kg ha^{-1}$.

A pressão das molas que acionam o disco de corte e mecanismo sulcador de fertilizante, possuem escala de 1-6 e ficaram na posição 2. A regulagem do controle de profundidade de sementes ficou na posição 6 (escala 1 a 16) e a roda compactadora de sulco na posição 4 (escala 1 a 5).

3.8 Avaliações

3.8.1 Propriedades físicas do solo

A avaliação física do solo foi dividida em duas fases: a primeira antes da instalação dos tratamentos de inverno e a segunda antes da implantação da soja.

Na primeira fase, avaliaram-se os parâmetros de densidade do solo, macroporosidade e microporosidade, coletando-se uma amostra de solo indeformada em um ponto de cada sub-parcela nas profundidades de 0 a 7 e 7 a 14 cm e, posteriormente, na segunda fase, foi utilizada a mesma metodologia de coleta.

Esses valores de profundidade foram estabelecidos visando caracterizar as propriedades físicas de duas regiões do solo, onde atua a maioria dos mecanismos sulcadores que equipam as semeadoras.

Também na segunda fase, além dos parâmetros determinados na primeira, determinou-se a resistência do solo à penetração, granulometria, densidade de partículas e teor de água no solo.

3.8.1.1 Macroporosidade, microporosidade e densidade do solo

Foram retiradas amostras indeformadas, usando-se anéis volumétricos de 125 cm^3 . Estas foram colocadas na mesa de tensão com uma coluna de 60 cm de água, para a retirada da água dos macroporos e, posteriormente,

colocadas em estufa a temperatura de 105° C para a retirada da água dos microporos. Ainda com as mesmas amostras, foi determinada a densidade do solo. Esses procedimentos foram feitos conforme descritos pela EMBRAPA, (1997).

3.8.1.2 Resistência à penetração

A resistência à penetração foi determinada com o auxílio de um penetrógrafo, equipado com um sistema de aquisição de dados eletrônicos, desenvolvido por TIEPPO (2004). As determinações foram feitas logo após a realização da semeadura da soja em dois pontos aleatórios de cada sub-parcela nas entrelinhas, cuja média formou a repetição.

3.8.1.3 Granulometria e densidade de partículas

Determinou-se a granulometria pelo método do densímetro de Boyocus e densidade de partícula, pelo método do balão volumétrico com álcool, cujas metodologias são descritas pela EMBRAPA (1997).

3.8.1.4 Teor de água do solo

A umidade do solo foi determinada usando o solo das amostras indeformadas retiradas com anéis volumétricos usando-se a base seca para o cálculo como mostra a Equação 1 no dia da semeadura.

$$U = \frac{M_{su} - M_{sc}}{M_{sc}}$$

Equação 1

Onde:

U = Umidade gravimétrica (g g⁻¹)

M_{su} = Massa de solo úmido (g)

M_{sc} = Massa de solo seca (g)

3.8.2 Massa seca da cobertura vegetal

A massa seca da cobertura vegetal foi determinada em cada um dos tratamentos primários, através da coleta de sete amostras de material vegetal, com o auxílio de uma armação com medida de um metro quadrado (1m x 1m), colocada de forma aleatória sob a área das parcelas principais. Levo-se o material coletado ao laboratório, onde se realizou a secagem da palha à

temperatura de 65° C até ser obtido peso constante e, os valores obtidos foram transformados em Mg ha⁻¹.

3.8.3 Demanda energética

Foram instalados, no trator, equipamentos que permitiram monitorar e registrar valores de força na barra de tração, patinagem das rodas motrizes, velocidade de deslocamento e consumo de combustível, conforme descrito por SILVA (1997), para determinar a demanda energética do conjunto de semeadura (trator + semeadora).

3.8.3.1 Sistema de aquisição de dados

O equipamento utilizado na aquisição de dados foi o Micrologger 23x da marca CAMPBELL SCIENTIFIC®, modelo CR 23X, que monitorou e armazenou os sinais gerados pelos transdutores instalados no trator com uma frequência de aquisição dos dados de 10 Hz.

3.8.3.2 Força na barra de tração

Aqui, usou-se uma célula de carga da marca comercial TRANSTEC®, modelo N400, com sensibilidade de 2,0 mV/V e escala nominal de 50 kN. Esse equipamento foi inserido entre o trator e a semeadora, sobre a barra de tração do trator nivelada horizontalmente. Esta foi deixada livre no sentido de deslocamento longitudinal, afim de que a célula de carga recebesse todo esforço de tração exercido pela semeadora.

A força média na barra de tração foi calculada usando-se os valores de força obtidos a cada registro, dividido pelo número total de observações registradas para cada sub-parcela, conforme a Equação 3.

$$F_m = \frac{\sum_{i=1}^n F_i}{n}$$

Equação 2

Onde:

F_m : Força média requerida na barra de tração (kgf)

F_i : Valores de força observados (kgf)

n : número de observações

A força média requerida na barra de tração foi transformada em força requerida por linha de semeadura, conforme Equação 4.

$$F_{linha} = \frac{F_{Bt}}{nl} * 9,81$$

Equação 3

Onde:

F_{linha} : Força requerida por linha de semeadura (N)

F_{Bt} : Força média na barra de tração (kgf)

nl : número de linhas da semeadora

3.8.3.3 Velocidade de deslocamento

A velocidade de deslocamento do conjunto foi monitorada por uma unidade de radar da marca Dikey-John[®], modelo DjRVS II, com erro menor que $\pm 3\%$ para velocidades entre 3,2 e 70,8 km h⁻¹. Instalou-se o radar entre o eixo dianteiro e o traseiro do trator, fixado a uma chapa de aço no bloco do motor a fim de evitar interferência por vibrações do solo. A parte inferior do radar, onde se localiza o emissor de frequência, ficou montada com uma inclinação de 45° em relação ao solo e voltada para a parte posterior, no sentido de deslocamento, seguindo a recomendação de instalação do fabricante.

3.8.3.4 Patinagem das rodas motrizes

Quanto a patinagem das rodas motrizes, determinou-se pela diferença entre a velocidade real de deslocamento em cada sub-parcela e a velocidade média de deslocamento na determinação da resistência ao rolamento, dividida pela velocidade real de deslocamento (Equação 5). A determinação da resistência ao rolamento foi feita com a semeadora suspensa e na mesma marcha e velocidade e rotação pré-estabelecida para o trabalho.

$$P_{\%} = \frac{V_{rr} - V_{real}}{V_{real}} * 100$$

Equação 4

Onde:

$P_{\%}$ = Patinagem das rodas motrizes (%)

V_{rr} = Velocidade média na resistência ao rolamento (km h⁻¹)

V_{real} = Velocidade real de deslocamento determinada pelo radar (km h⁻¹)

3.8.3.5 Consumo de combustível

Foram instalados, no sistema de alimentação de combustível, dois medidores volumétricos da marca FLOWMATE M-III[®], modelo LSN40, com sinal de saída do tipo pulso com precisão de 1 mL por pulso, na tubulação de entrada de combustível que alimenta o sistema de filtros, ficando descontado o combustível que retorna da bomba injetora; no retorno de combustível, dos bicos injetores. A diferença de volumes medida pelos dois medidores, indica o consumo real de combustível do motor.

3.8.3.6 Rotação do motor

Esta foi determinada de forma indireta, monitorando-se a rotação da tomada de potência, que ficou acionada durante todo o ensaio. Instalou-se um disco perfurado com 30 ranhuras por volta e um sensor ótico infravermelho, entre as ranhuras na TDP do trator, monitorando a rotação da mesma. Posteriormente a coleta dos dados, estes foram transformados em rotações por minuto do motor, considerando-se relação de transmissão entre a tomada de potência (TDP) e o motor, fornecida pelo fabricante.

3.8.4 Desempenho da semeadora

3.8.4.1 Área de solo mobilizada no sulco

Quanto à área de solo mobilizada, determinou-se com o auxílio de um perfilômetro (GAMERO & LANÇAS, 1996), adaptado para avaliar a mobilização do solo na linha de semeadura, contendo varetas espaçadas de 20 mm colocando sobre duas linhas em cada sub-parcela, após a passagem da semeadora. Avaliou-se as linhas 4 e 5 contadas da esquerda para a direita em relação à parte posterior do conjunto. Realizou-se uma leitura inicial, ou seja, mensurando a rugosidade superficial causada pela passagem dos mecanismos da linha da semeadora na superfície do solo e após a retirada do solo do sulco acompanhando o formato deixado pelos mesmos. Anotadas as posições de cada vareta do perfilômetro em relação a sua graduação, foi estimada a área mobilizada (cm²) entre o perfil elevado e o fundo do sulco em cada linha e, posteriormente, feita a média das duas linhas, gerando um valor para cada sub-parcela.

3.8.4.2 Profundidade do sulco

A profundidade do sulco foi determinada em um ponto das nove linhas de semeadura de cada sub-parcela. Mensurou-se a profundidade do sulco com o auxílio de uma régua graduada, apoiada sobre a superfície lateral não mobilizada pelo sulcador e outra colocada até o fundo do sulco após a retirada do solo.

3.8.4.3 Profundidade da semente

A profundidade das sementes foi determinada mensurando-se a distância entre a semente e a superfície do solo, depois de retirado cuidadosamente o solo sobre a semente. Determinaram-se as profundidades de cinco sementes subseqüentes, em duas linhas de cada sub-parcela e, posteriormente, calculada a média para cada uma das sub-parcelas.

3.8.4.4 Índice de velocidade de emergência (IVE)

O IVE foi determinado em dois metros lineares de duas linhas de semeadura de cada sub-parcela, marcados previamente após a semeadura. A contagem das plântulas emergidas, diariamente, foi feita duas vezes ao dia (às 7h e às 19 h), desde o início até o fim do processo de emergência de todas as parcelas. Para efeito de padronização da contagem, foram consideradas emergidas as plântulas que estavam com os cotilédones totalmente expostos.

Cada plântula foi marcada com um palito de madeira, identificado com o dia da emergência a cada contagem. Posteriormente, foram coletados os palitos para contagem das plantas emergidas em cada dia e anotados os valores em uma planilha para o posterior cálculo do IVE.

O cálculo do IVE foi feito através do somatório da divisão do número de plântulas emergidas diariamente pelo número de dias decorridos da semeadura, conforme descrito por MARCOS FILHO et al. (1987), demonstrado na Equação 2.

$$IVE = \sum \frac{N1}{D1} + \frac{N2}{D2} \dots \frac{Nn}{Dn}$$

Equação 5

Onde:

IVE: Índice de velocidade de emergência;

N: Número de plântulas emergidas no dia da contagem;

D: Dia referente à contagem.

3.8.5 População de plantas

A população de plantas foi determinada pela contagem direta das plantas em duas linhas de cada sub-parcela, num comprimento de 2 metros. Após a contagem e anotação dos valores em uma planilha, foi estimada a população das plantas por hectare.

3.8.6 Produtividade

A produtividade foi estimada colhendo-se mecanicamente, com o auxílio de uma colhedora autopropelida, sete linhas de cada sub-parcela por um comprimento de 12 metros, conforme Figura 4. Os dados obtidos foram transformados em kg ha^{-1} .



Figura 4 Colheita mecânica das parcelas.

Na colhedora, foi desligado o sistema de elevador de grãos limpos e coletado os grãos na saída do transportador helicoidal de grãos limpos, com o auxílio de um recipiente, conforme Figura 5. Imediatamente após a colheita, foi

feita a determinação da umidade de uma amostra de cada sub-parcela colhida e correção da umidade dos grãos para 13%.



Figura 5 Coleta dos grãos no final do transportador helicoidal de grãos limpos.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Propriedades físicas do solo

Os valores encontrados de porosidade total, macroporosidade, microporosidade e densidade do solo podem ser observados nas Tabelas 2 e 3.

Tabela 2. Valores médios para porosidade total (PT), macroporosidade (Macro), microporosidade (Micro) e densidade (Ds) do solo da área experimental na primeira fase, em duas profundidades

| Tratamento | Profundidade (cm) | PT (%) | Macro (%) | Micro (%) | Ds (g cm ⁻³) |
|--------------|-------------------|---------|-----------|-----------|--------------------------|
| Consórcio | 0 a 7 | 52,34 A | 11,19 A | 40,90 A | 1,29 A |
| Pastejo | 0 a 7 | 51,19 A | 8,61 A | 42,58 A | 1,32 A |
| Trigo | 0 a 7 | 50,13 A | 7,33 A | 42,80 A | 1,35 A |
| | DMS | 3,24 | 5,40 | 4,02 | 0,09 |
| | CV (%) | 5,05 | 47,24 | 7,63 | 5,32 |
| Consórcio | 7 a 14 | 50,45 A | 9,36 A | 41,09 A | 1,34 A |
| Pastejo | 7 a 14 | 47,36 A | 7,78 B | 39,59 A | 1,43 A |
| Trigo | 7 a 14 | 48,01 A | 6,05 C | 41,96 A | 1,41A |
| | DMS | 3,65 | 1,54 | 4,03 | 0,10 |
| | CV (%) | 6,00 | 15,86 | 7,88 | 5,79 |
| Disco Duplo | 0 a 7 | 52,08 A | 8,50 A | 43,59 A | 1,30 A |
| Haste | 0 a 7 | 50,54 A | 9,51 A | 40,78 A | 1,34 A |
| Sem Sulcador | 0 a 7 | 51,04 A | 9,12 A | 41,92 A | 1,33 A |
| | DMS | 3,67 | 4,41 | 3,44 | 0,10 |
| | CV (%) | 6,87 | 46,36 | 7,84 | 7,24 |
| Disco Duplo | 7 a 14 | 48,31 A | 7,44 A | 40,87 A | 1,40 A |
| Haste | 7 a 14 | 48,72 A | 7,71 A | 41,01 A | 1,39 A |
| Sem Sulcador | 7 a 14 | 48,78 A | 8,03 A | 40,75 A | 1,39 A |
| | DMS | 2,73 | 3,23 | 3,39 | 0,07 |
| | CV (%) | 5,40 | 40,06 | 7,95 | 5,07 |

Letras maiúsculas iguais não diferem os valores na coluna;

As comparações foram feitas somente entre os tratamentos nas respectivas profundidades

Os valores encontrados indicam homogeneidade em relação aos parâmetros físicos do solo, pois não foram observadas diferenças significativas na maioria dos valores, exceto na camada de 7 a 14 cm, onde houve uma

maior macroporosidade na área do consórcio, seguido da pastagem e por fim do trigo.

Nesta fase do experimento, não se esperava diferenças significativas entre os valores, pois ainda não haviam sido implantados os tratamentos primários e as análises foram feitas a fim de caracterizar a área experimental.

A avaliação dos parâmetros físicos do solo na segunda fase mostra a influência dos tratamentos sobre estas propriedades (Tabela 3).

Tabela 3. Valores médios para porosidade total (PT), macroporosidade (Macro), microporosidade (Micro) e densidade (Ds) do solo da área experimental na segunda fase, em duas profundidades

| Tratamento | Profundidade (cm) | PT (%) | Macro (%) | Micro (%) | Ds (g cm ⁻³) |
|--------------|-------------------|---------|-----------|-----------|--------------------------|
| Consórcio | 0 a 7 | 51,07 A | 12,85 A | 38,22 B | 1,33 A |
| Pastejo | 0 a 7 | 48,91 A | 09,48 B | 39,42 AB | 1,39 A |
| Trigo | 0 a 7 | 49,12 A | 08,69 B | 40,43 A | 1,38 A |
| | DMS | 3,09 | 2,78 | 2,08 | 0,08 |
| | CV (%) | 4,97 | 21,47 | 4,21 | 4,85 |
| Consórcio | 7 a 14 | 48,92 A | 10,19 A | 38,73 * | 1,38 A |
| Pastejo | 7 a 14 | 46,51 A | 06,81 A | 39,69 * | 1,45 A |
| Trigo | 7 a 14 | 48,45 A | 07,68 A | 40,76 * | 1,40 A |
| | DMS | 2,64 | 4,71 | - | 0,07 |
| | CV (%) | 4,39 | 20,89 | - | 4,05 |
| Disco Duplo | 0 a 7 | 49,77 A | 10,91 A | 38,86 A | 1,36 A |
| Haste | 0 a 7 | 49,41 A | 09,65 A | 39,76 A | 1,37 A |
| Sem Sulcador | 0 a 7 | 49,92 A | 10,46 A | 39,45 A | 1,36 A |
| | DMS | 2,89 | 5,31 | 2,89 | 0,07 |
| | CV (%) | 4,47 | 49,28 | 7,04 | 5,04 |
| Disco Duplo | 7 a 14 | 47,61 A | 07,26 A | 40,35 * | 1,42 A |
| Haste | 7 a 14 | 48,14 A | 08,79 A | 39,34 * | 1,41 A |
| Sem Sulcador | 7 a 14 | 48,13 A | 08,64 A | 39,49 * | 1,41 A |
| | DMS | 1,92 | 3,86 | - | 0,05 |
| | CV (%) | 3,94 | 19,37 | - | 3,67 |

Letras maiúsculas iguais não diferem os valores na coluna

As comparações foram feitas somente entre os tratamentos nas respectivas profundidades

(*) ocorreu interação entre os tratamentos primários e secundários e a comparação de médias é apresentada separadamente.

O teste de médias indica que houve diferenças significativas somente entre os tratamentos primários (manejos), indicando a influência destes nas propriedades de macro e microporosidade do solo. No consórcio de plantas,

houve aumento na porcentagem de macroporos e diminuição na quantidade de microporos. Outro indicativo de modificação das condições físicas foi a diminuição da densidade do solo, nas duas camadas, para o tratamento com consórcio de plantas, em relação aos demais. Embora a diferença tenha sido somente numérica, a redução da densidade e o aumento dos valores de macroporosidade (Tabela 3) indicam a influência dos tratamentos.

A relação entre densidade e porosidade do solo, principalmente a macro, é afirmada por TORMENA (1998); IMHOFF et al. (2000); SILVA, (2002) e ARAÚJO et al. (2004) em trabalhos, onde os autores usam o IHO (intervalo hídrico ótimo) como parâmetro de avaliação da qualidade física do solo. Porém, não é possível afirmar que houve modificações significativas na qualidade física do solo entre os tratamentos, pois o experimento foi conduzido apenas durante um ano.

De maneira geral, nota-se o aumento dos valores de macroporosidade e redução da microporosidade e densidade no tratamento primário com consórcio e o inverso no sistema de pastejo, nas duas camadas de solo (0 a 7 e 7 a 14 cm) em relação aos demais tratamentos, embora na maioria das vezes as diferenças sejam apenas numéricas.

Já, quando se comparam os valores dos parâmetros medidos, nas parcelas secundárias, observa-se igualdade, indicando uma homogeneidade dentro das parcelas primárias, exceto para os valores de microporosidade, onde houve interação entre os fatores em estudo (Tabela 4).

Tabela 4 Valores médios de microporosidade do solo na camada de 7 a 14 cm da área experimental na segunda fase

| Tratamentos | Consórcio | Pastejo | Trigo |
|--------------|-------------|-------------|-------------|
| Disco Duplo | 39,75 Aa | 42,11 Aa | 39,18 Aa |
| Haste | 37,28 Ab | 38,17 Ab | 42,58 Aa |
| Sem Sulcador | 39,17 Aa | 38,79 Aa | 40,53 Aa |
| CV(1)=6,58% | DMS(1)=4,09 | CV(2)=5,70% | DMS(2)=4,25 |

Letras maiúsculas iguais não diferem os valores na coluna
Letras minúsculas iguais não diferem os valores na linha

Ainda como caracterização física do solo, no dia da semeadura, foi determinada a umidade do mesmo (Tabela 5), dividindo-se as camadas onde os mecanismos sulcadores atuaram. Neste caso, observou-se que a umidade foi, significativamente, menor no tratamento de pastejo, nas duas camadas, em relação aos demais.

Tabela 5 Valores médios de umidade do solo (base seca) no dia da semeadura (g g^{-1})

| Profundidade 0-7 cm | | Profundidade 7-14 cm | |
|---------------------|-----------|----------------------|------------|
| Tratamento | Média | Tratamento | Média |
| Consórcio | 0,264 A | Consórcio | 0,269 A |
| Pastejo | 0,181 B | Pastejo | 0,214 B |
| Trigo | 0,246 A | Trigo | 0,262 A |
| CV=19,85 | DMS=0,057 | CV=9,40 | DMS=0,0292 |
| Disco Duplo | 0,2186 A | Disco Duplo | 0,246 A |
| Haste | 0,2216 A | Haste | 0,239 A |
| Sem Sulcador | 0,2510 A | Sem Sulcador | 0,260 A |
| CV=19,59 | DMS=0,047 | CV=11,15 | DMS=0,029 |

Letras maiúsculas iguais não diferem os valores na coluna

Segundo LEÃO et al. (2004) estudando a qualidade física do solo em sistemas de pastejo rotacionado e contínuo, os mesmos afirmam que há prejuízo com a redução de resíduos pós-pastejo nas propriedades do solo, como aumento da resistência do solo à penetração e densidade com diminuição da macroporosidade.

FURLANI et al. (2003), trabalhando com diferentes manejos da palha, verificaram que onde há uma menor quantidade de palha sobre o solo, a umidade do mesmo é menor, evidenciando que a presença de palha sobre o solo é importante para a manutenção da umidade.

Outro parâmetro que deve ser observado, quando se trata de qualidade física do solo, é a resistência do solo à penetração (RSP), que segundo TORMENA (1998) integra os efeitos da densidade e da umidade solo. A figura 6 mostra o comportamento da RSP nos tratamentos primários em pontos coletados na entrelinha de semeadura logo após esta operação.

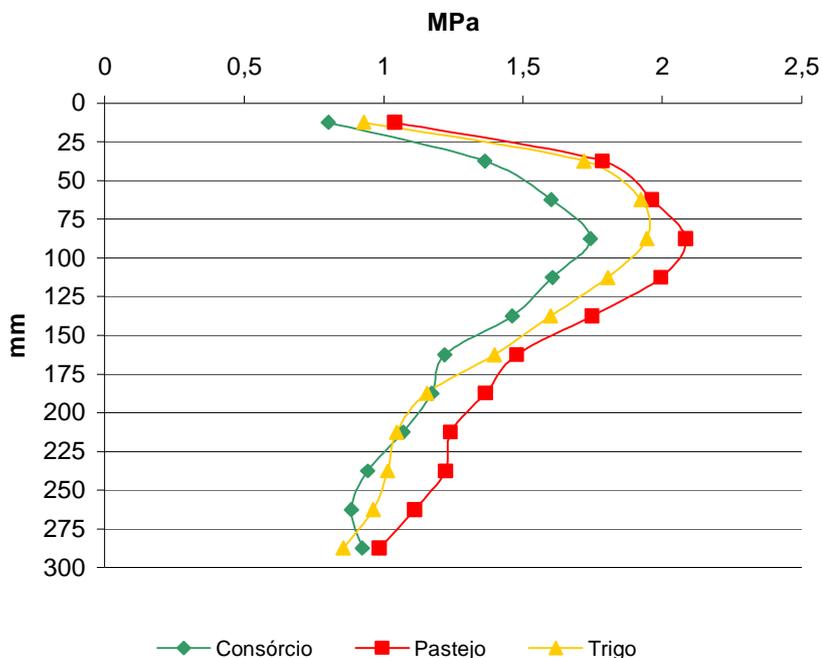


Figura 6 Resistência do solo à penetração (RSP) no dia da semeadura nas diferentes coberturas do solo.

Os valores de resistência do solo à penetração mostram o efeito do pastejo dos animais na área, que aumentou a RSP, principalmente na camada de 50 a 125 mm, em relação aos outros manejos, corroborando com os resultados obtidos por IMHOFF et al. (2000) e MELLO et al. (2001), ao avaliarem parâmetros físicos do solo na integração agricultura-pecuária. No entanto, estes mesmos autores ainda afirmam que esse aumento pode ser atribuído, também, a menor umidade do solo, pois o comportamento da RSP é inversamente proporcional à umidade do solo no momento da determinação, cujo comportamento dos valores pode ser observado na Tabela 5.

4.2 Massa seca da cobertura vegetal

A determinação da quantidade de massa seca sobre o solo nas parcelas principais (tratamentos) teve como objetivo a caracterização das áreas. Os valores encontrados podem ser observados na Figura 7.

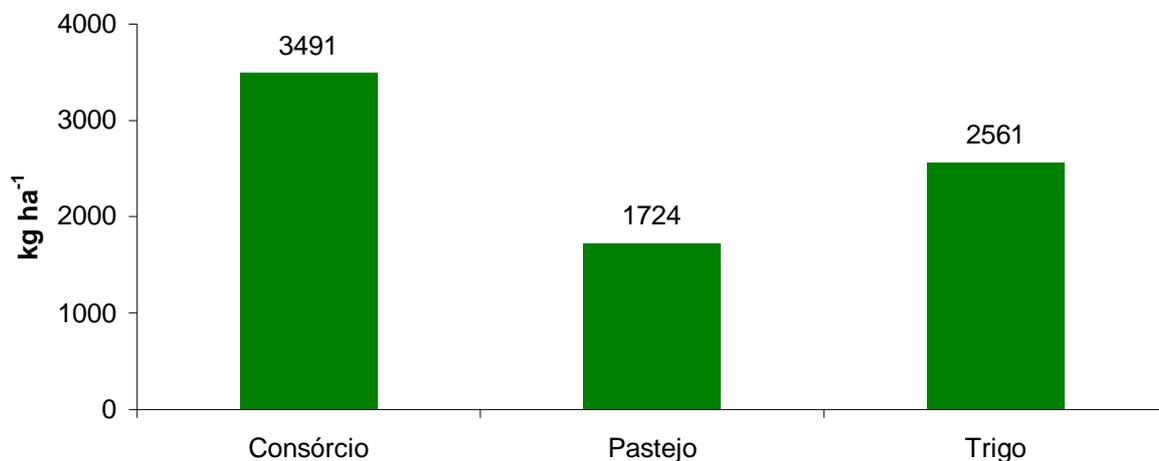


Figura 7 **Massa seca sobre o solo nos tratamentos primários.**

Observa-se que o pastejo teve a menor quantidade de massa seca sobre o solo em relação aos demais, pois os animais ao pastejar a aveia retiram massa vegetal. Segundo LOS (1997), esse efeito deve ser considerado no sistema de integração agricultura-pecuária, na escolha de plantas de cobertura que contribuam na adição da matéria orgânica do solo, evitando a sua redução, acarretando prejuízos ao mesmo.

4.3 Demanda energética

Os parâmetros medidos no trator sofreram influência direta da semeadora, porém os dados estão sendo apresentados em subitens para facilitar a visualização dos resultados.

A instrumentação do trator permitiu medir o consumo de combustível, a patinagem das rodas motrizes traseiras e a força requerida pela semeadora na barra de tração, cujos valores foram transformados em força requerida por linha de semeadura.

Observa-se na Tabela 6, que houve interação entre os tratamentos primários e secundários, para os valores de força média por linha de semeadura.

Tabela 6 Valores médios de força por linha de semeadura (N linha⁻¹)

| Tratamentos | Consórcio | Pastejo | Trigo |
|--------------|-------------|-------------|-------------|
| Disco Duplo | 1629 Ba | 1446 Bb | 1662 Ba |
| Haste | 1713 Ab | 1703 Ab | 1820 Aa |
| Sem Sulcador | 1386 Cb | 1342 Cc | 1465 Ca |
| CV(1)=1,43% | DMS(1)=38,2 | CV(2)=1,35% | DMS(2)=38,5 |

Letras maiúsculas iguais não diferem os valores na coluna
Letras minúsculas iguais não diferem os valores na linha

Neste caso (Tabela 6), pode-se afirmar que em todas as coberturas, o mecanismo tipo haste exigiu maior força por linha, seguido pelo mecanismo tipo disco duplo e sem sulcador. Isso mostra que o mecanismo tipo haste tem maior requerimento de potência em relação aos demais, resultado também encontrado por FEY (2000); CASÃO JUNIOR et al. (2001); ARAÚJO et al. (2001); ARVIDSSON (2004) ao estudarem diversos tipos de mecanismos.

Ao se comparar as médias dos tratamentos primários (coberturas), dentro dos tratamentos secundários (mecanismos), observa-se uma redução significativa na exigência de força no tratamento com pastejo, quando se utiliza disco duplo.

Já, o aumento no requerimento de força dentro do tratamento com trigo, quando se utiliza haste, pode estar relacionado com os altos valores de RSP (Figura 6), associado ao maior poder de penetração deste tipo de mecanismo no solo.

No caso do tratamento secundário sem sulcador, o requerimento de potência foi maior para o tratamento primário com trigo seguido do consórcio e pastejo. Estes resultados mostram o efeito dos demais mecanismos da linha da semeadora, em função da ausência do sulcador de fertilizante, sobre as diferentes coberturas do solo.

Nos valores médios de consumo de combustível, encontrou-se diferenças significativas entre os mecanismos sulcadores, ocorrendo maior consumo no mecanismo haste, seguido do disco duplo e sem sulcador (Tabela 7). A diferença chega a 1,27 L h⁻¹ comparando-se o mecanismo haste e sem sulcador, ou seja, um aumento no consumo de 11%, quando se usa esse mecanismo em relação a sua ausência.

Tabela 7 Valores médios de consumo de combustível (L h⁻¹)

| Tratamento | Média | Tratamento | Média |
|------------|----------|--------------|----------|
| Consórcio | 11,75 AB | Disco Duplo | 11,77 B |
| Pastejo | 11,24 B | Haste | 12,24 A |
| Trigo | 11,98 A | Sem Sulcador | 10,97 C |
| DMS=0,5479 | CV=3,75% | DMS=0,3762 | CV=3,10% |

Letras maiúsculas iguais não diferem os valores na coluna

Houve, também, um maior consumo no tratamento com trigo, em relação ao pastejo; no tratamento consórcio, o valor ficou intermediário, não diferindo estatisticamente dos anteriores.

A velocidade de semeadura foi padronizada, conforme descrito no item material e métodos, porém houve uma redução significativa na velocidade de deslocamento, quando utilizado o mecanismo haste como é mostrado na Tabela 7. Essa redução na velocidade está associada com a maior patinação das rodas motrizes (Tabela 8) para o mesmo mecanismo haste, pois quando se aumenta o deslizamento dos pneus sobre o solo, conseqüentemente, a velocidade é reduzida.

Tabela 8 Valores médios de velocidade de semeadura (km h⁻¹)

| Tratamento | Média | Tratamento | Média |
|--------------|------------|--------------|------------|
| Consórcio | 6,54 A | Disco Duplo | 6,56 A |
| Pastejo | 6,61 A | Haste | 6,43 B |
| Trigo | 6,49 A | Sem Sulcador | 6,65 A |
| DMS = 0,1178 | CV = 1,44% | DMS=0,1066 | CV = 1,56% |

Letras maiúsculas iguais não diferem os valores na coluna

Contribuindo para explicar este resultado, como foi apresentado na Tabela 6, a força média exigida por linha, sempre foi maior no mecanismo haste, o que evidencia o maior consumo de combustível, patinação das rodas motrizes e redução na velocidade de deslocamento conforme mostram as Tabelas 7, 8 e 9, respectivamente.

Tabela 9 Valores médios de patinagem das rodas motrizes (%)

| Tratamento | Média | Tratamento | Média |
|--------------|-------------|--------------|-------------|
| Consórcio | 5,27 A | Disco Duplo | 4,93 B |
| Pastejo | 4,22 A | Haste | 7,05 A |
| Trigo | 5,98 A | Sem Sulcador | 3,48 B |
| DMS = 1,9695 | CV = 30,49% | DMS = 1,7895 | CV = 33,30% |

Letras maiúsculas iguais não diferem os valores na coluna

A comparação dos valores médios de rotação do motor foi feita para se detectar se houve alguma diferença entre os tratamentos, cujos valores estão apresentados na Tabela 10.

Tabela 10 Valores médios de rotação do motor (rpm)

| Tratamento | Média | Tratamento | Média |
|------------|-----------|--------------|------------|
| Consórcio | 2147,38 A | Disco Duplo | 2046,55 B |
| Pastejo | 2148,14 A | Haste | 2128,09 AB |
| Trigo | 2084,97 A | Sem Sulcador | 2205,85 A |
| DMS=75,61 | CV=2,84% | DMS=117,22 | CV=5,29% |

Letras maiúsculas iguais não diferem os valores na coluna

Os valores médios de rotação do motor mostram valores iguais para os tratamentos primários (coberturas), porém no tratamento secundário disco duplo, a rotação foi menor em relação aos demais tratamentos. Isso pode ter ocorrido pela baixa precisão do tacômetro do trator, pois mesmo com a rotação do motor constante, o ponteiro oscilava sua posição, não permitindo uma boa leitura do valor. Ainda deve se levar em consideração, o fato de a diferença mínima significativa (DMS) ser de 117 rpm, dificultando ainda mais o ajuste, pois a escala do tacômetro é graduada a cada 100 rpm.

4.3.1 Desempenho da semeadora

O desempenho da semeadora foi avaliado medindo-se alguns parâmetros no solo, como profundidade de sulco, sementes, área mobilizada no sulco e culturais como o índice de velocidade de emergência (IVE), conforme trabalhos realizados por ARAÚJO et al. (1999).

A profundidade de sulco é afetada diretamente pelo tipo de mecanismo sulcador, como mostra a Tabela 11, onde o maior valor foi encontrado com o mecanismo tipo haste, seguido do disco duplo e sem sulcador, resultados estes semelhantes aos encontrados por CASÃO JUNIOR, 1998; ARAÚJO, et al. 1999; FEY 2000; HETKOWSKI, 2003; CASÃO JUNIOR&SIQUEIRA, 2003; GURGACZ 2004.

No caso do tipo de cobertura de solo, também houve diferenças significativas entre os tratamentos, ficando o maior valor de profundidade no consócio, onde a RSP e densidade tiveram a tendência de serem menores em relação aos outros tratamentos (Tabela 3 e Figura 6, respectivamente).

Isso mostra que dependendo das condições físicas do solo, os mecanismos tendem a modificar sua capacidade de penetração no solo, visto que regulagens da semeadora foram mantidas durante todo o ensaio.

Tabela 11 Valores médios de profundidade de sulco (cm)

| Tratamento | Média | Tratamento | Média |
|------------|----------|--------------|----------|
| Consócio | 8,53 A | Disco Duplo | 7,73 B |
| Pastejo | 7,17 B | Haste | 8,62 A |
| Trigo | 7,59 B | Sem Sulcador | 6,94 C |
| DMS=0,439 | CV=4,51% | DMS=0,601 | CV=7,42% |

Letras maiúsculas iguais não diferem os valores na coluna

A profundidade das sementes (Tabela 12) foi igual entre os tratamentos primários (cobertura), mas foi alterada entre os secundários (mecanismos), ficando o maior valor no mecanismo haste e o menor no disco duplo e o intermediário no sem sulcador. Esse resultado evidencia a influência do preparo do solo na linha de semeadura, provocado anteriormente pelo sulcador de fertilizante, ou seja, onde o sulco do fertilizante fica mais profundo, os mecanismos que depositam as sementes no solo (sulco), seguem a mesma tendência.

Tabela 12 Valores médios de profundidade de sementes (cm)

| Tratamento | Média | Tratamento | Média |
|------------|-----------|--------------|----------|
| Consórcio | 4,94 A | Disco Duplo | 4,60 B |
| Pastejo | 4,71 A | Haste | 5,06 A |
| Trigo | 4,85 A | Sem Sulcador | 4,84 AB |
| DMS=0,767 | CV=12,68% | DMS=0,278 | CV=5,54% |

Letras maiúsculas iguais não diferem os valores na coluna

O revolvimento do solo na linha de semeadura, provocado pelos mecanismos de preparo do sulco, mostrou-se significativamente maior, quando a semeadora estava equipada com o sulcador tipo haste (Tabela 13). Isso pode ser relacionado com a maior capacidade de penetração (maior profundidade) desse mecanismo no solo (PORTELA et al., 1997); GURGACZ, 2004), mostrado na Tabela 11.

Tabela 13 Valores médios de revolvimento do solo no sulco de semeadura (cm²)

| Tratamento | Média | Tratamento | Média |
|------------|-----------|--------------|-----------|
| Consórcio | 36,1 A | Disco Duplo | 37,8 A |
| Pastejo | 34,6 A | Haste | 43,4 A |
| Trigo | 40,8 A | Sem Sulcador | 30,4 B |
| DMS=11,0 | CV=23,54% | DMS=6,34 | CV=16,36% |

Letras maiúsculas iguais não diferem os valores na coluna

Os valores de índice de velocidade de emergência (IVE) apresentados na Tabela 14 mostram que o sistema de manejo com consórcio de plantas obteve o menor valor em relação aos demais. Ao estudar a emergência de plantas em sistema plantio direto com quatro semeadoras, ARAÚJO et al., (2000) encontraram maiores velocidades de emergência, onde as sementes ficaram com menor profundidade. Resultado este também obtido por HETKOWSKI (2003) ao medir o IVE da soja, utilizando diferentes sulcadores e suas regulagens.

Tabela 14 Valores médios do Índice de Velocidade de Emergência (IVE)

| Tratamento | Média | Tratamento | Média |
|------------|---------|--------------|---------|
| Consórcio | 2,78 B | Disco Duplo | 3,51 A |
| Pastejo | 3,83 A | Haste | 3,13 B |
| Trigo | 2,71 A | Sem Sulcador | 2,69 C |
| DMS=0,318 | CV=8,16 | DMS=0,235 | CV=7,27 |

Letras maiúsculas iguais não diferem os valores na coluna

Embora a maior profundidade das sementes no tratamento com pastejo seguido de trigo em relação ao consórcio tenha sido apenas numérica, os valores de IVE indicam a influência da profundidade de sementes na velocidade de emergência, sendo esta mais rápida, onde a profundidade é menor.

O comportamento do IVE em relação aos mecanismos mostra o melhor resultado para o disco duplo, seguido de haste e por último o sem sulcador, mostrando que a profundidade da semente não é a única responsável pela rápida emergência das plantas.

Outro fator importante é o bom contato solo/semente, que é possível quando há um bom preparo de solo na linha de semeadura, formando um ambiente que possibilite a absorção de água pelas sementes e condições de temperatura e disponibilidade adequada de oxigênio ao processo de germinação (ARAÚJO et al., 2001).

Para o cálculo do índice de velocidade de emergência (IVE), leva-se em consideração na contagem dos dias totais de emergência o dia da semeadura como mostra a Equação 2, porém ao se calcular o IVE a partir da emergência da primeira plântula, é possível aumentar o contraste entre os tratamentos, já que a divisão do número de plantas emergidas em cada dia pelo número total de dias ocorridos, usando-se o dia de semeadura, diminui os valores de IVE em relação ao outro método de cálculo (dia de emergência da primeira plântula).

Os resultados obtidos através deste método de cálculo estão apresentados na Tabela 15 e mostram que houve interações entre os tratamentos primários e secundários.

Tabela 15 Valores médios de Índice de Velocidade de Emergência (IVE) calculados a partir do primeiro dia de emergência das plantas

| Tratamentos | Consórcio | Pastejo | Trigo |
|--------------|--------------|--------------|-------------|
| Disco Duplo | 10,75 Ab | 17,68 Aa | 11,29 Ab |
| Haste | 8,16 Bb | 11,89 Ba | 7,16 Bb |
| Sem Sulcador | 5,67 Cb | 10,67 Ba | 6,82 Bb |
| DMS(1)=1,749 | CV(1)=11,83% | DMS(2)=1,871 | CV(2)=9,68% |

Letras maiúsculas iguais não diferem os valores na coluna

Letras minúsculas iguais não diferem os valores na linha

Quando se comparam as médias dos tratamentos secundários (mecanismos) dentro de cada tratamento primário (coberturas), observa-se que o mecanismo disco duplo teve o melhor IVE em relação a haste e sem sulcador em todas as coberturas.

Quando se comparam as médias dos tratamentos primários dentro dos secundários, observa-se que independente do mecanismo, o pastejo apresentou um maior IVE, reforçando a idéia de que a tendência de haver menor profundidade da semente (Tabela 12), aumenta a velocidade de emergência das plântulas.

4.4 Produtividade e população de plantas

A produtividade da soja foi medida e os resultados apresentados na Tabela 16, onde se pode ver que os valores são iguais entre os tratamentos secundários (mecanismos sulcadores) e significativamente diferentes para os tratamentos primários, ficando maior no sistema de manejo com pastejo.

Tabela 16 Valores médios de produtividade de soja (kg ha^{-1})

| Tratamento | Média | Tratamento | Média |
|------------|-----------|--------------|-----------|
| Consórcio | 3903,39 B | Disco Duplo | 3924,32 A |
| Pastejo | 4194,97 A | Haste | 3962,98 A |
| Trigo | 3674,48 B | Sem Sulcador | 3885,55 A |
| DMS=269,77 | CV=5,49% | DMS=79,55 | CV=1,95% |

Letras maiúsculas iguais não diferem os valores na coluna

A diferença de produtividade chegou a 520 kg ha⁻¹ a mais no sistema com pastejo em relação ao trigo e o consórcio que não diferiram estatisticamente entre si. Este mesmo comportamento ocorreu com a população de plantas, onde os mecanismos foram iguais e nos sistemas de manejo ocorreram diferenças, ficando o sistema de pastejo com 92.592 plantas ha⁻¹ a mais em relação aos outros sistemas (Tabela 17). Isso mostra a possível influência da população de plantas na produtividade das culturas.

Tabela 17 Valores médios de população de plantas (plantas ha⁻¹)

| Tratamento | Média | Tratamento | Média |
|------------|------------|--------------|-----------|
| Consórcio | 259.259 B | Disco Duplo | 277.314 A |
| Pastejo | 323.148 A | Haste | 276.851 A |
| Trigo | 230.555 B | Sem Sulcador | 258.796 A |
| DMS=35.667 | CV= 10,51% | DMS=29.715 | CV=10,52% |

Letras maiúsculas iguais não diferem os valores na coluna

Segundo a recomendação da EMBRAPA (2005), a população de plantas da cultivar utilizada (BRS 184), em altitudes acima de 700 metros, é de 266.666 plantas ha⁻¹. A população final de plantas ficou menor nos tratamentos principais consórcio e pastejo com 7.407 e 36.111 plantas ha⁻¹ respectivamente. Já, no tratamento pastejo, a população final ficou acima da recomendada com 56.482 plantas ha⁻¹ mostrando que população final de plantas inferior a recomendação, pode ser mais prejudicial que a população acima da recomendada para a produtividade da cultura.

No caso da produtividade da soja, os resultados mostram que o mecanismo sulcador de fertilizante usado na semeadora não influenciou o resultado, porém o sistema de manejo do solo pode interferir, pois, neste caso, são modificadas as condições químicas, físicas e biológicas do solo.

5 Conclusões

- O desempenho da semeadora na implantação da cultura da soja é influenciado pelos sistemas de manejo, em função das condições físicas do solo e pelo tipo de mecanismo sulcador de fertilizante;
- o sistema de integração agricultura-pecuária tende a alterar as propriedades físicas do solo, influenciando o desempenho dos mecanismos sulcadores de fertilizante;
- a profundidade de trabalho dos mecanismos sulcadores é modificada, quando os mesmos trabalham sob diferentes condições físicas do solo;
- o mecanismo tipo haste sulcadora tem maior poder de penetração no solo, causando aumento do requerimento de força, consumo de combustível, mobilização do solo na linha de semeadora e profundidade de deposição das sementes;
- o manejo do solo influenciou o estabelecimento da população de plantas entre os manejos, sendo a maior no sistema de pastejo, e em relação ao mecanismo não houve diferenças;
- o tipo de mecanismo sulcador não altera a produtividade da cultura, porém a produtividade foi maior no sistema de pastejo seguindo o comportamento da população de plantas.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, F.S. **A alelopatia e as plantas.** *Circ. IAPAR*, n.53, p.1-60, Londrina 1998

AMERICAN SOCIETY OF AGRICULTURAL ENGINEERS. **Terminology for soil-engaging components for conservation-tillage platters, drills and seeders.** In: ASAE standards 1996: standards engineering practices data. San Joseph, 1996c. p.309-14. (ASAE D477.2 DEC93).

ARAÚJO M. A.; TORMENA C. A.; SILVA A. P. **Propriedades físicas de um latossolo vermelho distrófico cultivado e sob mata nativa.** *Revista Brasileira de Ciências do Solo* v 28. p. 337-345, 2004. Viçosa-MG.

ARAÚJO, A. G.; CASÃO JR., R.; MEDEIROS, G. B.; CASTRO FILHO, C.; DORETTO, M.; BERTÉ, A.; CAVIGLIONE, J. H.; FIGUEIREDO, P. R. **A. Identificação das restrições para expansão do plantio direto na região da represa de Itaipu.** In: Encontro Latino Americano sobre Plantio direto na Pequena Propriedade, III, 1998, Pato Branco. Anais... Pato Branco: Instituto Agrônômico do Paraná, 1998. (editado em cd-rom)

ARAÚJO, A. G.; CASÃO JUNIOR.,R; RALISCH R.;SIQUEIRA, R. **Mobilização de solo e emergência de plantas na semeadura direta de soja e milho em solos argilosos** In: Congresso Brasileiro de engenharia agrícola, Fortaleza - Ceará, 4 a 7 de julho de 2000. CD Rom.

ARAÚJO, A. G.; CASÃO JUNIOR.,R; SIQUEIRA, R. **Dinâmica de semeadoras-adubadoras em Marechal Cândido Rondon - PR.** IAPAR, Resultados de Avaliação. Agosto/2001.

ARAÚJO, A. G.; CASÃO JUNIOR.,R; SIQUEIRA, R. **Mecanização do plantio direto – Problemas e soluções.** IAPAR, Informe de pesquisa, n 137 Janeiro/2001.

ARAÚJO, A. G.; CASÃO JUNIOR.,R; SIQUEIRA, R. **Mobilização do solo e emergência de plantas na semeadura direta de soja (*Glycine max. L.*) e milho (*Zea mays L.*) em solos argilosos.** *Engenharia Agrícola, Jaboticabal*, v. 19, n.2, p. 226-237, 1999.

ARAÚJO, A.G. CASÃO JUNIOR R. RALISCH, R. SIQUEIRA R. **Mobilização de solo e emergência de plantas na semeadura direta de soja (*Glycine Max L.*) e milho (*Zea mays L.*) em solos argilosos.** *Revista Engenharia agrícola, Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola.* V9, nº 2 (1999). Jaboticabal: SBEA, 1999.

ARVIDSSON, J.; KELLER, T.; GUSTAFSSON, K. **Specific draught for mouldboard plough, chisel plough and disc harrow at different water contents.** *Soil & Tillage Research* 79 (2004) 221–231 Department of Soil

Sciences, Swedish University of Agricultural Sciences, P.O. Box 7014, SE-750 07 Uppsala, Sweden

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Projeto de norma 04.015.06-004. Semeadora de precisão – ensaio de laboratório – método de ensaio.** Rio de Janeiro, 1994. 7p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Projeto de norma 12.02.06-004 – Semeadora de precisão – Ensaio de Laboratório.** São Paulo. Sistema Nacional de Metrologia, Normalização e qualidade industrial, 1989, 21p.

BARTZ, H. A. **O sistema de plantio direto em região de solos argilosos – Norte do Paraná.** In: Simpósio internacional sobre plantio direto em sistemas sustentáveis, Fundação ABC, Castro, 1993.

BASSANI, H. J. **Propriedades físicas induzidas pelo plantio direto e convencional em área pastejada e não pastejada.** Dissertação (Mestrado em agronomia), Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, 1996. 90 p.

BORGES, E.P. **A integração que gera lucros.** A granja, Porto Alegre, nº 652, p. 34-37, 2003.

BROCH, D. L.; PITOL, C. BORGES, E.P. **Integração agricultura-pecuária: plantio direto da soja sobre pastagem na integração agropecuária.** Maracaju. Fundação MS para Pesquisa e Difusão de Tecnologias Agropecuárias, 1997. 24 p. (Informativo Técnico, 01/97).

CARNEIRO, G. E. S.; GERAGE, A. C.; **A cultura do milho no Paraná.** Fundação IAPAR. Londrina. 1991. 271p.

CASÃO JUNIOR, R, ARAÚJO, A.G. de, RALICH, R., SILVA, A.L. da, LADEIRA, A. de S., SILVA, J.C. da, MACHADO, P., ROSSETTO, R. **Avaliação do desempenho da semeadora-adubadora Magnun 2850 PD no basalto paranaense.** Londrina: IAPAR, 1998. 47p. (IAPAR, circular, 105).

CASÃO JUNIOR, R., ARAÚJO, A.G., MEDEIROS, G.B., CASTRO FILHO, C., DORETTO, M., FIGUEIREDO, P.R.A., CAVIGLIONE, J.H. **Viabilização da mecanização do sistema de plantio direto nos municípios a margem da represa Itaipu.** Definição das linhas de trabalho e estratégias de ação – Relatório da terceira fase (final). Londrina: IAPAR, 1997. 32p.

CASÃO JUNIOR, R.; SIQUEIRA, R.; ARAÚJO, A. G. **Dinâmica de semeadoras adubadoras diretas em Marechal Cândido Rondon – PR. Resultados de avaliação.** Londrina. IAPAR, 2001.

CASTRO, O.M. **Avaliação de sistemas de manejo do solo.** In: VI Ciclo de Estudos Sobre Mecanização Agrícola. Jundiaí. Fundação Cargil, 1990, p.35-38.

CHOUHDARY, M.A. BAKER, C.J. **Effects of drill coulter design and soil moisture status on emergence of wheat seedlings.** Soil & Tillage Res., n.2, p.131-42, 1982.

CHOUHDARY, M.A. BAKER, C.J. **Physical effects of direct drilling equipment on disturbed soils.** III Wheat seedling performance and in-groove micro-environment in dry soil. Agric. Res., n.24, p.195-5, 1981.

COELHO, J.L.D. **Ensaio e certificação das máquinas para a semeadura.** In: MIALHE, L.G. Máquinas agrícolas: ensaios e certificação. Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, 1996. p.551-70.

DANIEL, L.A., MARETTI, H.J. **Avaliação de camadas de solo compactado e análise de crescimento de plantas.** In: Ciclo de Estudos sobre Mecanização Agrícola, 4, 1990, Campinas, Fundação Cargill, 1990. p. 23-33.

DELAFOSSÉ, R.M. **Máquinas semeadoras de grão grosso.** Oficina Regional de La FAO para América Latina y el Santiago: Caribe, 1986. 48p.

EMBRAPA. **Documentos – Recomendação de cultivares de soja 2004/2005 para região centro-sul.** Documentos 249. janeiro – 2005.

EMBRAPA. **Manual de métodos de análises de solos.** 2 ed. Rio de Janeiro. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos, 1997. 212p.

FEY, E. **Desempenho de sulcadores utilizados em semeadora para plantio direto sob palha, num solo argiloso com diferentes teores de água.** Dissertação (Mestrado em engenharia agrícola). Centro de Ciências exatas e tecnológicas, Universidade Estadual do Oeste do Paraná. Cascavel, 2000. 76p.

FLOSS E. L. **Aveia, um sustentáculo do sistema de semeadura direta.** Revista Plantio Direto, Passo Fundo n.72. Novembro/Dezembro 2002. p 14-8.

FURLANI C.E.A.; GAMERO, C.A.; LEVIEN, R.; LOPES, A., **Resistência do solo a penetração em preparo convencional, escarificação e semeadura direta em diferentes manejos da cobertura vegetal.** Revista Engenharia agrícola, Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola. v.23, nº 3 (2003). Jaboticabal-SP.

GAMERO, C.A.; LANÇAS, K.P. **Ensaio e certificação das máquinas de mobilização periódica do solo.** In: Máquinas agrícolas: ensaios e certificação. Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, 1996. p.551-70.

GASSEN, D N.; GASSEN, F. R. **Plantio Direto: O caminho do futuro.** Passo Fundo: Aldeia Sul, 1996. 207p.

GURGACZ, F. **Desempenho de sulcadores utilizados em semeadora sob diferentes teores de água em um latossolo argiloso.** Trabalho de conclusão de curso apresentado a Universidade Estadual do Oeste do Paraná – Unioeste. 2004.

HETKWOSKI, E. **Influência do mecanismo sulcador de adubo da semeadora sobre a produtividade de soja (*Glycine max* L. Merrill).** Monografia apresentada a Universidade Estadual do oeste do Paraná, como parte das exigências do curso de especialização em manejo e fertilidade do solo, para obtenção do título de Especialista em manejo e fertilidade do solo. UNIOESTE 2003.

IMHOFF, S. SILVA, A. P. TORMENA, C.A. **Aplicações da curva de resistência no controle da qualidade física de um solo sob pastagem.** PAB – Pesquisa Agropecuária Brasileira. Brasília. V 35, n7, p 1493-1500. jul. 2000.

KLUTHCOUSKI, J; YOKPYAMA, L. P. **Opções de Integração Lavoura Pecuária,** Cap. IV In: Integração Lavoura Pecuária, Embrapa Arroz e Feijão, 2003, Santo Antônio de Goiás – GO, 570 p.

KOCHHANN, R. A.; DENARDIN, J. E.; BERTON, A. L. **Compactação e Descompactação de Solos.** Passo Fundo, Embrapa Trigo, 2000. 20 p.

LEVIEN, R. **Condições de cobertura e métodos de preparo do solo para a implantação da cultura do milho (*Zea mays* L.).** Tese (Doutorado em Agronomia/Energia na Agricultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista. Botucatu, 1999. 305p.

LOS, C. J. **Plantio Direto na integração agricultura pecuária. In: Plantio Direto: O caminho para uma agricultura sustentável.** – Palestras do 1º Congresso Brasileiro de Plantio Direto para uma agricultura sustentável, 1996, Ponta Grossa, PR. Peixoto, R. T. G.; Ahrens, D.C.; Samaha, M.J. ed. Ponta Grossa, PR. IAPAR, PRO/PG, 1997.

MANTOVANI, E.C. BERTAUX, S. ROCHA, F.E.C. Avaliação da eficiência operacional de diferentes semeadoras-adubadoras de milho. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.27, p.1579-86, 1992.

MARCOS FILHO, J.; CÍCERO, M. SILVA, R. **Avaliação da qualidade de sementes.** Fealq, 1987, P 164-167.

MELLO, J. S. **Considerações técnicas e econômicas sobre sistemas de produção animal integrados com sistemas agrícolas em plantio direto.** In: Plantio direto – o caminho para uma agricultura sustentável. Ponta Grossa, PR, 1997 275p.

MELLO, L.M.M.; CUISSI SOBRINHO, N.; YANO, E.N.; TAKAHASHI, C.M.; NARIMATSU, K.C.P.; BORGHI, E. **Atributos físicos do solo em pastejo rotacionado de sorgo na integração agricultura-pecuária no sistema plantio direto.** In: Congresso Brasileiro de engenharia agrícola, 30., Foz do Iguaçu, 2001. Anais... Foz do Iguaçu: CONBEA, 2001.

MEROTTO JUNIOR, A.; SANGOI, L.; ENDER, M.; GUIDOLIN, A.F.; HAVERROT, H.S. **A desuniformidade de emergência reduz o rendimento de grãos de milho.** *Ciência Rural*. Santa Maria, v. 29, n. 4, p. 595-601, 1999.

MORAES, A.; PELISSARI, A.; ALVES, S.J.; CARVALHO, P.C.F.; CSSOL, L.C. **Integração lavoura pecuária no sul do Brasil.** In: encontro de integração lavoura-pecuária no sul do Brasil, 1. Pato Branco, 2002. Anais... Nilvania Aparecida de Mello Tangriani Simioni Assmann, 2002. p. 3-42.

MUZILLI, O. **O plantio direto no Brasil.** In: FANCELLI, A.L., TORRADO, P.V., MACHADO, J. (Coord) Atualização em plantio direto. Campinas: Fundação Cargill, 1985. p.3-16.

SILVA NETO, A. M. .; MACHADO, N. F.; SCHON, M. A. **A influência de diferentes coberturas verdes de inverno sobre as culturas de milho e soja.** In: Simpósio internacional sobre plantio direto em sistemas sustentáveis. Anais... Castro, PR. 1993.

OLIVEIRA, F.H.T.; NOVAIS, R.F.; ALVARZ, V.H.; CANTARUTTI, R.B.; BARROS, N.F. **Fertilidade do solo no sistema plantio direto.** *Tópicos Ciência do Solo*, v.2, p. 393-486, 2002.

OLIVEIRA, M. F. B.; SIQUEIRA, R.; RALISCH, R.; ARAÚJO, A. G.; CASÃO JR., R. **Mobilização do solo por hastes sulcadoras de semeadoras-adubadoras de plantio direto.** *CONBEA*, 29, 2000, Fortaleza. Anais... Fortaleza: SBEA, no prelo (arquivo MMA 046)

PEIXOTO, R.T.G. **Manejo orgânico da fertilidade do solo no sistema de plantio direto.** In: Plantio Direto: O caminho para uma agricultura sustentável. Ponta Grossa. Anais... Ponta Grossa, 1997. p.186-205.

PORTELA J. A.; SATTTLER, A., FAGANELLO, A. **Regularidade de distribuição de sementes e fertilizantes em semeadoras para plantio direto.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 26, Campina Grande, PB. 1997. Anais... Campina Grande: sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 1997a. 1 CD-ROM.

PORTELA, J. A.; SATLER, A. FAGANELLO A. **Índice de velocidade de emergência de plântulas de soja e milho em semeadura direta no sul do Brasil.** *Revista Engenharia agrícola, Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola.* v.17, n° 2 (1997b). Jaboticabal-SP.

RANDALL, G. **Conservation tillage; a plan for winning the proft game.** *Crops Soil Magazine*, v.35, n.8, p.18-20, 1983.

SANTOS, H.P., REIS, E.M. **Efeitos de culturas de inverno sobre o rendimento de grãos e sobre a estatura de plantas da soja.** *Pesq. Agropec. Bras.*, v.26, p.729-35, 1991.

SATTLER, A., FAGANELLO, A., PORTELA, J. A. **Um estudo de mobilização de solo em semeadura direta.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 27, Poços de Caldas. Anais... Poços de Caldas: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 1998. v.3, p.232-4.

SCHLOSSER J. F. BERTOL, I. LAVORANTI, O. J. **Desempenho de três mecanismos de semeadura na presença de diferentes culturas destinadas à cobertura de inverno.** Revista Engenharia agrícola, Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola. v. 19, nº 1 (1999). Jaboticabal: SBEA, 1999.

SEGANFREDO, R.; PAULETTI, V. **Plantio direto: atualizações tecnológicas.** Fundação Cargil, Fundação ABC, 1999. 171p.

SILVA S.L. **Projeto e construção de sistema de aquisição de dados para avaliação do desempenho energético de máquinas e implementos agrícolas.** 1997. 148 f. Dissertação (Mestrado em Energia na Agricultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1997.

SILVA, J. G.; KLUTHCOUSKI, P.; SILVEIRA, P., M. **Desempenho de uma semeadora-adubadora no estabelecimento e na produtividade da cultura do milho sob plantio direto.** Sci. Agric. V. 57, n.1 Piracicaba, jan/mar. 2000.

SIQUEIRA R. **Boletim de divulgação da operação de comunicação Plantio Direto com Qualidade.** Número 4-Janeiro-Fevereiro/2002.

SOUZA, A.G. **Modelos de produção em fazendas e análise econômica da produção de carne em sistemas integrados de lavoura e pecuária em áreas de basalto no centro sul do Paraná.** In: Encontro de integração lavoura-pecuária no sul do Brasil, 1. Pato Branco, 2002. anais. Nilvania Aparecida de Mello; Tangriani Simioni Assmann, 2002. p. 244-252

TIEPPO R. C. **Desenvolvimento de um penetrômetro manual eletrônico.** Tese de mestrado unioeste. Cascavel 2004. 31p.

TORMENA, C. A. SILVA, A. P. da, LIBARD, P. L. **Caracterização do intervalo hídrico ótimo de um latossolo roxo sob plantio direto.** Revista Brasileira de Ciências do Solo. v.22 p. 573-581. 1998. Viçosa MG.

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

VIDAL. A. R.; BAUMAN, T.; **Efeito de níveis de palha de trigo no microclima do solo sob plantio direto.** I congresso brasileiro de plantio direto. Anais. Ponta Grossa – PR, 1996.

VIEIRA, C. P.; MESQUITA, C. M.; HERNANI, L. C. **Mecanização. Sistema plantio direto. O produtor pergunta, a EMBRAPA responde.** Brasília: EMBRAPA – SPI; Dourados: EMBRAPA – CPAO, 1998. cap. 13, p. 151.

VILELA, L.; MACEDO, M. C. M.; MARTHA JUNIOR, G. B. KLUTHCOUSKI, J. **Benefícios da Integração Lavoura - Pecuária**, Cap. V In: Integração Lavoura Pecuária, Embrapa Arroz e Feijão, 2003, Santo Antônio de Goiás – GO, 570 p.

VOORHESS, W. B.; JOHNSON, J. F.; RANDALL, G.W.; NELSON, W. W. **Corn growth and yield as affected by surface and subsoil compaction**. Agronomy Journal, Madison, v.81, p. 294-303, 1989.

VOSS, M., SIDIRAS, N. **Nodulação da soja em plantio direto em comparação com plantio convencional**. Pesq. Agropec. Bras., v.20, p.775-82, 1985.

WEIRICH NETO P. H. **Maquinas agrícolas em sistema de semeadura sobre palha (plantio direto): atualização**. In: PAULETTI, V. SEGANFREDO, R. Plantio direto: atualização tecnológica. Fundação Cargil, Fundação ABC, 1999. 171 p.

WEISS, A., SANTOS, S., BACK, N., FORCELLINI, F.A., DIAS, A. **Testes e desenvolvimento de melhoramentos para implementos para manejo mecânico de coberturas vegetais**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 27, Poços de Caldas. Anais... Poços de Caldas: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 1998. v.3, p.139-41.

ANEXOS



Figura 8 A Coleta de solo com anel volumétrico. **Figura 9 A** Rolagem do consórcio Aveia e nabo.



Figura 10 A Área de pastejo no dia da semeadura.

Figura 11 A Área do consórcio no dia da semeadura.



Figura 12 A Área de trigo no dia da semeadura.

Figura 13 A Conjunto de semeadura.



Figura 14 A Medidores de fluxo instalados no sistema de alimentação. **Figura 15 A** Célula de carga e sensor de rotação.



Figura 16 A Radar instalado no chassi do trator. **Figura 17 A** Sistema de aquisição de dados.



Figura 18 A Mecanismos sulcador, controle de **Figura 19 A** Regulagem do compactador.

profundidade e compactador das sementes.



Figura 20 A Disco de corte de palha.



Figura 21 A Mecanismo sulcador tipo haste.



Figura 22 Mecanismo sulcador disco duplo linha.



Figura 23 A Conductor de fertilizante fixado na linha.



Figura 24 A Perfilômetro após a passagem da



Figura 25 A Perfilômetro após a retirada do solo

semeadora.

do sulco.



Figura 26 A Fase vegetativo da cultura da soja. **Figura 27 A** Ponto de colheita da soja.



Figura 28 A Subparcelas antes da colheita.

Figura 29 A Colheita das subparcelas.

Livros Grátis

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

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

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

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

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