

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CAMPUS DE JABOTICABAL**

**DENSIDADE DE SEMEADURA DA SOJA E
PROFUNDIDADE DE DEPOSIÇÃO DO ADUBO NO
SISTEMA PLANTIO DIRETO**

Jorge Wilson Cortez
Engenheiro Agrônomo

JABOTICABAL – SÃO PAULO - BRASIL
Fevereiro de 2007

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CAMPUS DE JABOTICABAL**

**DENSIDADE DE SEMEADURA DA SOJA E
PROFUNDIDADE DE DEPOSIÇÃO DO ADUBO NO
SISTEMA PLANTIO DIRETO**

Jorge Wilson Cortez

Orientador: Prof. Dr. Carlos Eduardo Angeli Furlani

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP, Campus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Agronomia (Produção Vegetal).

JABOTICABAL – SÃO PAULO - BRASIL

Fevereiro de 2007

C828d Cortez, Jorge Wilson
Densidade de semeadura da soja e profundidade de deposição
do adubo no sistema plantio direto / Jorge Wilson Cortez. --
Jaboticabal, 2007
xii, 87 f. : il. ; 28 cm

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista,
Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2007
Orientador: Carlos Eduardo Angeli Furlani
Banca examinadora: Rouverson Pereira da Silva, Alberto
Carvalho Filho
Bibliografia

1. Semeadora-adubadora. 2. Colheita. 3. Mecanização agrícola. I.
Título. II. Jaboticabal-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

CDU 631.33:633.34

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação –
Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação - UNESP, Câmpus de Jaboticabal.

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

JORGE WILSON CORTEZ - nascido em Umuarama no Estado do Paraná no dia 05 de agosto de 1981 ingressou no ensino fundamental na “Escola Estadual Padre César”, na cidade de Monte Carmelo – MG, estudando nesta no período compreendido entre 1989 e 1992, cursando logo após o ensino médio e colegial na “Escola Estadual Professor Vicente Lopes Perez”, na mesma cidade no período de 1993 a 1999. Em 2001 ingressou no curso de Agronomia das Faculdades Associadas de Uberaba – FAZU - MG, concluindo-o no ano de 2004. Durante a graduação participou de atividades de iniciação científica com projetos na área de “Mecanização Agrícola”, assumiu monitoria da disciplina de “Experimentação Agrônômica” e ministrou palestras em dias de campo sobre “Manejo de Solos sob Cerrado”; atuou como Diretor de Recursos Humanos e Presidente da “FAZU Júnior”, que é a empresa de consultoria júnior da Faculdade. Como Engenheiro Agrônomo atuou na empresa “CASEMG”, Companhia de Armazéns e Silos do Estado de Minas Gerais, desligando-se do corpo da empresa no mês de maio de 2005. No início de 2005 começou o curso de Especialização em Cafeicultura Irrigada junto à Universidade de Uberaba (UNIUBE), terminando o mesmo em março de 2006. No segundo semestre de 2005, iniciou o curso de Mestrado em Agronomia na Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias do Campus de Jaboticabal (SP) no Programa de Produção Vegetal. Durante o mestrado desempenhou estágio de docência junto à disciplina de Máquinas para Beneficiamento e Processamento de Produtos Agrícolas, participou de bancas de Trabalho de Graduação e co-orientou alunos dos cursos de Agronomia e Zootecnia, e em fevereiro de 2007 concluiu o Mestrado.

“A pior maneira de preparar os jovens para a vida é colocá-los numa estufa e impedi-los de errar e sofrer.”

“Augusto Cury”

Aos meus avós paternos Emilio Cortez e Isaura Merotti Cortez
e maternos Gregório Gil e Luzia Larussa Gil,

DEDICO.

À minha irmã Patrícia Gil Cortez,

OFEREÇO.

Aos meus pais Luís Carlos Merotti Cortez e Hermínia Gil Cortez,

AGRADEÇO.

AGRADECIMENTOS

A FCAV/UNESP, em especial ao Departamento de Engenharia Rural, e aos funcionários do departamento, muito obrigado, pois todos de alguma forma colaboraram para minha formação.

Ao amigo e orientador Prof. Dr. Carlos Eduardo A. Furlani pelo incentivo, ajuda, paciência e compreensão durante o curso de Mestrado.

Aos amigos Prof. Dr. Rouverson Pereira da Silva, Prof. Dr. Afonso Lopes e Prof. Dr. Alberto Carvalho Filho pelos constantes esclarecimentos, ajuda na redação do trabalho, apoio e confiança para que eu chegasse à conclusão do trabalho.

Ao Prof. Dr. José Carlos Barbosa pela ajuda na realização da estatística do experimento.

À CAPES pela concessão da bolsa de estudo durante o curso de Mestrado.

A COOPERCITRUS e à VALTRA do Brasil pela disponibilidade do trator.

A FAPESP pelo apoio financeiro do projeto.

Aos amigos Danilo César Checchio Grotta e Gustavo Naves dos Reis que me ajudaram e proporcionaram grandes momentos de alegria. Aos colegas de pós-graduação: Felipe Tomas, Ana Lúcia, Ednan Borsato, Adilson Mello, Ana Karina e Álvaro Pavan pela ajuda durante o curso.

Agradeço em especial aos funcionários do Departamento de Engenharia Rural: Aparecido Alves, Sebastião Francisco da Silva Filho e Valdecir Aparício pela ajuda durante a condução do experimento.

À Fazenda de Ensino, Pesquisa e Produção em nome de seu supervisor Prof Dr. José Eduardo Corá e ao funcionário Edvaldo Ramos do Nascimento, que muito contribuíram para a condução do experimento.

Agradeço a Cláudia Cristina Pereira pela paciência, carinho e amor em todos os momentos de minha vida.

Agradeço a Deus, simplesmente por tudo.

SUMÁRIO

	Páginas
LISTA DE TABELAS.....	viii
LISTA DE FIGURAS	x
RESUMO	xi
SUMMARY	xii
I. INTRODUÇÃO	1
II. REVISÃO DE LITERATURA.....	3
1. Sistema Plantio Direto (SPD)	3
2. Semeadora-adubadora	6
3. Perdas na colheita	10
4. Cultura da soja	12
III. MATERIAL E MÉTODOS.....	15
1. Área experimental	15
2. Delineamento experimental e tratamentos.....	17
3. Equipamentos e insumos agrícolas	19
4. Determinações no solo.....	22
5. Determinações nas máquinas.....	27
6. Determinações na planta	32
7. Análise dos dados.....	34
IV. RESULTADOS E DISCUSSÃO	35
1. Parâmetros do solo	35
2. Parâmetros nas máquinas	49
3. Parâmetros na planta.....	57
V. CONCLUSÕES	69
VI. REFERÊNCIAS	70
APÊNDICE	84

LISTA DE TABELAS

Tabelas	Páginas
1. Dados meteorológicos do local do experimento.	15
2. Combinações entre fatores parcela subdividida.	18
3. Análise química do solo.	23
4. Análise granulométrica do solo.	23
5. Análise descritiva para os fatores químicos do solo.	35
6. Porcentagem de plantas daninhas nas parcelas do experimento.	36
7. Análise de variância para porcentagem de plantas daninhas.	37
8. Síntese da análise de variância para cobertura vegetal (%).	38
9. Síntese de análise de variância para porcentagem de cobertura vegetal aos 30 dias após semeadura.	39
10. Síntese de análise de variância para umidade no solo (%) 30 dias após a semeadura.	41
11. Síntese de análise de variância para porosidade total no solo (%).	42
12. Síntese de análise de variância para densidade do solo (g cm^{-3}).	43
13. Síntese da análise de variância para RP (MPa) antes da instalação do experimento.	44
14. Síntese da análise de variância para RP nas camadas.	44
15. Síntese da análise de variância para RP na fileira de semeadura (MPa) após 30 dias de semeadura.	45
16. Síntese da análise de variância para RP (MPa) na entrefileira aos 30 dias após a semeadura.	48
17. Síntese da análise de variância para volume de solo mobilizado e espessura da camada.	49
18. Síntese da análise de variância para velocidade e capacidade de campo operacional (CcO).	50
19. Síntese da análise de variância para consumo de combustível.	51

20. Síntese da análise de variância para patinagem do trator.	52
21. Síntese da análise de variância para fluxo de MOG, de grãos e total na colhedora.	53
22. Síntese da análise de variância para perdas após a colheita.	57
23. Síntese da análise de variância para número de dias para emergência (NDE), índice de emergência (IE) e porcentagem de danos (D).	58
24. Síntese da análise de variância para estande inicial (EI), final (EF) e a porcentagem de plantas sobreviventes (PS).	59
25. Síntese da análise de variância para espaçamentos aceitáveis, falhos e duplos.	61
26. Síntese da análise de variância para altura de plantas e altura de inserção da primeira vagem (AIPV).	64
27. Análise de variância para vagens por planta, grãos por vagem, massa de 100 grãos e massa seca.	65
28. Síntese da análise de variância para produtividade.	68

LISTA DE FIGURAS

Figuras	Páginas
1. Precipitação pluviométrica nos anos de 2005/2006 obtido do departamento de Ciências Exatas da FCAV – UNESP, Jaboticabal.	16
2. Caixa de engrenagens para mudança da densidade (esquerda) e roda de controle de profundidade (direita).	17
3. Croqui de montagem do experimento no campo.	18
4. Trator utilizado no experimento.	19
5. Semeadora-adubadora utilizada no experimento.	20
6. Colhedora utilizada no experimento.	21
7. Perfilômetro.	26
8. Protótipo desenvolvido para medir consumo de combustível.	28
9. Cobertura vegetal (Cv) total aos 30 dias após a semeadura.	40
10. Umidade no dia da amostragem para RP.	46
11. RP 30 dias após a semeadura na camada de 20 a 30 cm.	47
12. Fluxo de MOG na colhedora.	54
13. Fluxo de grãos na colhedora.	55
14. Fluxo total na colhedora.	56
15. Distribuição longitudinal nas densidades de semeadura: D1 (a), D2 (b) e D3 (c).	62
16. Desdobramento para a massa de 100 grãos.	66
17. Desdobramento para a massa seca.	67

DENSIDADE DE SEMEADURA DA SOJA E PROFUNDIDADE DE DEPOSIÇÃO DO ADUBO NO SISTEMA PLANTIO DIRETO

RESUMO - A utilização da cultura da soja no Sistema Plantio Direto (SPD) requer sempre o desenvolvimento de pesquisas. O objetivo desse trabalho foi avaliar a densidade de semeadura (15, 16 e 20 plantas por metro) e profundidade de deposição do adubo (11, 14 e 17 cm) em área de SPD com soja. O experimento foi realizado na UNESP/Jaboticabal, utilizando-se o delineamento de parcelas subdivididas em blocos ao acaso com quatro repetições. Foram mensurados no solo: cobertura antes e após a semeadura, umidade, densidade, resistência à penetração e volume mobilizado; nas máquinas: capacidade de campo, velocidade, consumo de combustível, patinagem, fluxo de massa, de grãos e total na colhedora e as perdas na colheita; e os parâmetros agronômicos da soja. Os parâmetros de solo não foram afetados pelos tratamentos, exceção feita à porcentagem de cobertura do solo aos 30 dias pela cultura da soja que foi significativa, com a maior densidade de semeadura apresentando-se maior. Os fluxos de massa, de grãos e total foram afetados pelas densidades de plantas e a profundidade do adubo. Nas máquinas observou-se a influência da profundidade de deposição do adubo no consumo de combustível, e na patinagem do trator. Na planta; a porcentagem de espaçamentos aceitáveis diminuiu com o aumento das densidades de semeadura.

PALAVRAS-CHAVE: semeadora-adubadora, colheita, mecanização agrícola.

SOWING DENSITY OF THE SOYBEAN AND FURROW FERTILIZER SHAFT DEPTH IN UNDER NO TILLAGE

SUMMARY - To growing acceptance of the no tillage causes the development of researches. The objective of this work was to evaluate the sowing density (15, 16 and 20 plants m^{-1}) and furrow fertilizer shaft depth (11, 14 and 17 cm), in the no tillage with soybean. The experiment was accomplished in the UNESP/Jaboticabal, in experimental design split-plot scheme, with randomized blocks, with four replicates. The soil parameters were: covering before and after the sowing, content moisture, bulk density, resistance to the penetration and mobilized area; in the machine: velocity, operational field capacity, fuel, tractor sliding, mass flow in the harvesting and harvesting losses; and agronomic characteristics of the soybean. The soil parameters were not affected for the proposed treatments, but just the covering percentage of the soil to the 30 days for the culture of the soy was significant with the largest density presenting the largest covering. In the machine it was observed influences of the furrow fertilizer shaft depths in the consumptions of fuel, being the same observed for the tractor sliding. The flow of material other grain, grains and total were affected. In the plant: the percentage of acceptable spacing decreased with the increase of the density.

KEYWORDS: seeder, harvest, agricultural mechanization

I. INTRODUÇÃO

A implantação do Sistema Plantio Direto (SPD) vem crescendo desde os primeiros registros, anotados na década de 60 no Rio Grande do Sul, como uma prática de conservação do solo, e posteriormente, com o desenvolvimento de máquinas próprias para esse tipo de semeadura e de técnicas de manejo, que ocasionaram incrementos na produção de grãos.

O uso do SPD caracteriza-se pela menor intensidade de mobilização do solo e pela redução da frequência do tráfego de máquinas sobre o terreno e, ainda, por manter sobre a superfície do solo grande quantidade de cobertura, sendo imprescindível, portanto, o uso de cobertura vegetal, por meio de rotações de culturas.

A utilização no SPD de culturas como a soja ajudou a expandir as áreas agricultáveis, principalmente devido à capacidade dessa cultura em se adaptar as diferentes regiões brasileiras onde ela é cultivada.

Com a semeadura em área não mobilizada, ocorre aumento da compactação superficial do solo, depois de alguns anos de cultivo, que conseqüentemente pode ser superada com o uso das hastes sulcadoras de deposição de adubo, pois a mesma promove a deposição do adubo na profundidade correta e também uma escarificação na fileira de semeadura.

Com esse intuito, admitindo-se a influência da profundidade de deposição do adubo na produtividade da soja e, de maneira direta, na quantidade de material vegetal a compor o fluxo na colhedora e, que esta dependa também da densidade de semeadura, supõe-se que a variação na profundidade da haste sulcadora de adubo na condução de determinado cultivar de soja, instalado sob diferentes densidades de plantas, resultará em diferentes quantidades de perdas na colheita.

Pode então ocorrer a interferência dos fatores (densidade de semeadura e a profundidade de deposição do adubo) no comportamento da cultura da soja, no desempenho do trator de testes na semeadura, nos atributos agronômicos da

planta e nos fatores inerentes às perdas na colheita. Especificamente a utilização da haste sulcadora de deposição do adubo mais profunda poderá acarretar em maior área mobilizada, proporcionando provavelmente menor cobertura do solo pela incorporação de massa seca, e com o adubo mais profundo, pode influenciar no desenvolvimento radicular da cultura que afeta o desenvolvimento da parte aérea. A utilização de hastes sulcadoras de posição do adubo mais rasas, poderá modificar o desenvolvimento da cultura, visto que, dificultará a absorção de água pela semente por causa da proximidade do adubo.

O objetivo geral do desenvolvimento desse trabalho é a obtenção de resultados quanto às melhores alternativas para o SPD em Jaboticabal/SP, para servir de referência para regiões semelhantes, avaliando a densidade de semeadura na cultura da soja e a profundidade de deposição do adubo, sobre os parâmetros do solo, das máquinas e das plantas.

II. REVISÃO DE LITERATURA

1. Sistema Plantio Direto (SPD)

O termo SPD surgiu segundo DALLMEYER (2001), no âmbito da Federação de Associações de Plantio Direto na Palha, e com o uso popular, consagrou a nomenclatura. O autor cita que a operação executada é a semeadura direta, mas o que envolve todo o sistema são diversos equipamentos que o apóiam, podendo-se citar alguns como: trituradores, rolo-faca e pulverizadores.

O SPD originou-se de semear diretamente sobre o solo não mobilizado e o termo na palha acrescenta a idéia de manter o solo sempre protegido por resíduos (SALTON et al., 1998).

Assim, a alavanca do SPD ocorreu após o aparecimento de herbicidas de contato (paraquat) na Inglaterra em 1956, quando a partir de então entrou em fase experimental em várias partes do mundo. Harry Young foi o primeiro agricultor a iniciar o sistema em uma fazenda localizada em Herndon, Kentucky, Estados Unidos, no ano de 1962, dando início a um processo que mudaria os métodos tradicionais de semeadura no mundo (DERPSCH, 1984). SCHULTZ (1987) relata as pesquisas durante os anos de 1960 a 1970 quando semeava-se centeio e o mesmo atingia determinada altura (60 cm) ocorria a aplicação do produto (paraquat) e logo após semeava-se diretamente o milho sobre a palhada.

No Brasil, no início da década de 60 foram realizados experimentos sobre SPD de arroz-irrigado, no Rio Grande do Sul, porém, essa prática porém, somente passou a ser amplamente adotada na década de 90, atingindo 30% da área cultivada em 1995 (GASSEN & GASSEN, 1996). Em 2003/2004 a área de SPD era de 21,9 milhões de hectare e na safra 2005/2006 pouco se modificou chegando aos 22,0 milhões de hectares.

BLEVINS et al. (1983) comparando o SPD com o preparo convencional citam que o segundo tem efeito maior nas propriedades do solo, tais como: perda

de nutrientes, redução de resíduos e na produtividade das culturas, e proporciona a movimentação da camada superior do solo, o que acarreta distúrbio a seus agregados. É sabido que o SPD já se tornou convencional em algumas regiões do País, entretanto vale destacar que além desse fato, o termo Preparo Convencional é definido por BALASTREIRE (2004), e aceito pela comunidade científica, como aquele em que ocorre a mobilização do solo por um preparo primário (aração) e por preparo secundário (gradagens).

O SPD também surgiu para minimizar a erosão, controlando o escoamento superficial da água de chuva por meio de resíduos que reduzem a velocidade, restando mais tempo para sua infiltração (CARDOSO, 1998). Assim condiciona à redução dos impactos ocasionados pelo sistema convencional (aração e gradagens), em geral monoculturas intensivas, tendo como lado positivo o aumento do teor de matéria orgânica do solo em razão da palha, melhoria da estrutura do solo e redução da perda de nutrientes em razão da diminuição da erosão superficial (LOPES, 1996 e VOSS, 2000).

Conforme LANDERS et al. (2002), em matéria de preservação e até de melhoria dos recursos naturais sob seu domínio, o agricultor brasileiro que adota o SPD é um herói, quando comparado com a população urbana.

CALEGARI (2004) cita que os resíduos vegetais e raízes das plantas de cobertura promovem diminuição do escoamento superficial, acarretando aumento da infiltração de água no solo. Os resíduos contribuem na estruturação do solo pela melhor agregação e maior aeração, favorecendo o crescimento das raízes dos cultivos posteriores.

Segundo MERTEN & FERNANDES (1998) o SPD depende da produção de biomassa, formada por resíduos de colheita, adubos verdes ou plantas daninhas. A cobertura vegetal deve permanecer na superfície do solo e as plantas daninhas são controladas com o uso de herbicidas, no qual sugere a substituição gradativa de processos mecânico-químicos (preparo convencional) por processos biológico-culturais (SPD) de manejo do solo e uma maior eficiência econômica decorrente

da redução de gastos com insumos (MUZILLI, 1985; DERPSCH et al., 1991 e MUZILLI et al., 1997).

As coberturas vegetais podem ser manejadas por diferentes equipamentos para esse fim, no entanto, cada um pode influenciar de forma direta na velocidade de decomposição da palha, em virtude da menor ou maior fragmentação do material (GAMERO et al., 1997). PRADO et al. (2002) ressaltam que para o SPD os equipamentos mais recomendados para o manejo das culturas de cobertura ou adubos verdes são o rolo-faca, as roçadoras e os trituradores de palha tratorizado.

GADANHA JÚNIOR et al. (1991) citam que o triturador de palhas promove uma melhor uniformidade de distribuição quanto a cobertura do solo, mas devido ao fracionamento do material em pedaços pequenos o processo de decomposição é mais acelerado do que ao comparado com o rolo-faca, pois esse promove o acamamento da cultura, morte fisiológica, deixando as plantas inteiras sobre o solo.

Os resultados da pesquisa demonstraram que os resíduos vegetais na superfície do solo podem afetar a patinagem dos rodados das máquinas, que é função do esforço de tração necessário para deslocar determinado equipamento (CEPIK et al., 2003). Essa superfície de contato com a banda de rodagem dos pneus motrizes dos tratores tem influência direta na patinagem, e segundo LANÇAS & UPADHAYRA (1997), os principais fatores que interferem na patinagem são: pneus, pressão de inflação, carga, condições do solo e forma de distribuição dos resíduos vegetais e/ou vegetação sobre a superfície do solo e o tamanho da palha.

Considerando o tipo de pneu (radial, diagonal e de baixa pressão) ficou evidenciado por LOPES & LANÇAS (2000) que o pneu radial apresentou resultado similar ao diagonal e superior ao de baixa pressão com relação a patinagem; já o pneu diagonal apresentou patinagem idêntica ao radial, e ao de baixa pressão. Os autores verificaram também que a lastragem com água no pneu é essencial para o bom desempenho do trator com relação a patinagem.

MORÃES & BENEZ (1996) constataram que em SPD sobre Nitossolo Vermelho Distrófico Latossólico com 43% de argila, ocorreu aumento na densidade do solo nas camadas de 0 a 10, 10 a 20 e 20 a 30 cm, mas estas camadas não diferiram dos tratamentos que ocorreram mobilização do solo, sendo os valores de 1,28; 1,38 e 1,33 kg m⁻³, respectivamente. Para a resistência à penetração observaram que na profundidade de 15 cm ocorreram diferenças entre os tratamentos, sendo aqueles com maior mobilização, mais tráfego, apresentaram acréscimo nos valores.

FURLANI et al. (2003) verificaram em Nitossolo Vermelho Distrófico Latossólico, que a umidade não foi alterado pelos sistemas de preparo do solo (SPD, escarificação e convencional). A resistência mecânica do solo à penetração apresentou valores superiores para o SPD até a profundidade de 18 cm em relação aos demais tratamentos. A partir de 21 a 36 cm o preparo convencional se iguala com o SPD, e abaixo da profundidade de 39 cm a resistência não difere, pois não ocorre ação dos órgãos ativos no solo e da carga aplicada pelo rodado.

2. Semeadora-adubadora

As operações de semeadura-adubação são de fundamental importância para o estabelecimento de culturas anuais produtoras de grãos. Nos sistemas conservacionistas, como o SPD, as condições do solo e de cobertura geralmente são menos favoráveis à deposição das sementes e adubo que as verificadas nos preparos com intensa mobilização, sendo necessário um maior cuidado nesta operação. As semeadoras-adubadoras, além de serem adaptadas às diferentes espécies, cultivares, profundidades, densidades e espaçamentos, devem ser robustas e resistentes, possuir discos de corte para palhada e rompedores de sulco capazes de cortar a vegetação e os restos culturais, depositando as

sementes em profundidade uniforme, cobrindo-as e compactando o solo ao redor das mesmas (PORTELLA et al., 1993 e DERPSCHE et al., 1991).

OLIVEIRA et al. (2000) ressaltam no SPD, o desempenho da semeadora-adubadora, no que se refere ao corte eficiente dos restos culturais, à abertura do sulco e à deposição da semente e fertilizante em profundidades adequadas e em contato com o solo, devem ser tomados cuidados para evitar problemas nessa fase inicial da cultura.

ANDERSON (2001) cita que se a semeadora-adubadora não possuir precisão nos mecanismos dosadores de sementes e fertilizantes a semeadura pode ficar comprometida, e que a uniformidade na distribuição de fertilizantes deve ser mantida independentemente de variações nas engrenagens, velocidade de deslocamento da máquina e quantidade de produto no reservatório. Com esse intuito, FURLANI et al. (2005) avaliando a carga no depósito de adubo observaram que com reservatório cheio ocorre maior distribuição de adubo, e à medida que o reservatório esvazia ocorre diminuição na dose de adubo aplicada.

As semeadoras de SPD devem apresentar características especiais para efetuarem semeadura eficiente, sendo a regulagem, o parâmetros que irá contribuir para a obtenção do bom desempenho do equipamento (SATTLER, 1996).

Segundo LANDERS (1994) a semeadora-adubadora (SPD) pode ser adaptada ou nova (própria para a semeadura na palha), com capacidade de fazer a semeadura tanto em palha leve como média (considere-se palha nova de milho pesada; porém, após o inverno a palha fica quebradiça e classifica-se como média ou leve).

A melhor máquina é aquela que atende aos requisitos da semente para germinação e desenvolvimento da planta. Não há semeadora-adubadora universal para todas as situações de solo, cobertura vegetal, topografia e distribuição de sementes e fertilizantes (GASSEN & GASSEN, 1996).

Para PORTELLA et al. (1993) as semeadoras de SPD devem apresentar algumas características especiais para facilitar o corte da palha e o fluxo desta,

sem causar embuchamentos. Algumas delas são citados por CARVALHO (2004): disco de corte, que tem por função cortar os restos culturais e a haste sulcadora que deve ter espessura inferior a 2 cm, com ângulo de ataque de 20 a 25 graus em relação à superfície do solo, podendo a haste ter formatos reto, inclinado ou parabólico. As características das hastes resultam em menor movimentação de solo e em menor esforço de tração e penetração.

Para a abertura do sulco, CASÃO JÚNIOR (2004) cita que as hastes sulcadoras para fertilizantes reduzem a potência exigida e mobiliza menos o sulco quando comparada aos discos duplos trabalhando a mesma profundidade. Nesse contexto o aumento do ângulo de ataque ao solo pela haste sulcadora a medida que aumenta, sugere aumento na área mobilizada e eleva a potência requerida para ser tracionada. A haste ideal, para o autor, é aquela que possui um ângulo de ataque de 20°, espessura da ponteira de 2 cm e espessura da haste de 1,3 cm, que movimenta o solo, comprime-o para frente e para cima fazendo com que se rompa em camadas transversais em razão de esforços de cisalhamento, que corresponde ao modo natural de ruptura do solo. As rupturas realizadas por hastes retas, explodem o solo exigindo mais potência para executar a operação. Quanto menor o ângulo de ataque, menor a força necessária para tracionar e menor é a área mobilizada no sulco.

Entretanto ANDERSON (2001) cita que as hastes sulcadoras quando utilizadas nas fileiras de semeadura elevam significativamente o esforço necessário para a tração da máquina.

HERZOG et al. (2004) trabalhando em um Argissolo Vermelho Distrófico típico, com 33%, e argila em duas profundidades da haste sulcadora de adubo (6 e 12 cm), com as dimensões de 2,5 cm para largura da ponteira e ângulo de ataque de 20°, observaram aumento de 52% na área mobilizada do solo ao dobrar a profundidade de ação da haste sulcadora. Os valores foram de 72,9 m³ ha⁻¹ para a profundidade de 6 cm e 111,5 m³ ha⁻¹ para 12 cm.

Resultados semelhantes foram encontrados por CEPIK et al. (2005) avaliando duas profundidades da haste sulcadora de adubo (6 e 12 cm), com a

largura da ponteira de 2,5 cm e ângulo de ataque de 18°, quando a maior profundidade diferiu estatisticamente da menor para a área mobilizada de 121,8 m³ ha⁻¹ e 72,2 m³ ha⁻¹, respectivamente.

GASSEN (2004) cita que em solos compactados, a ocorrência de sulco espelhado e excesso de fertilizantes no sulco, logo abaixo da semente dificultam o contato solo/semente para absorção de água e o desenvolvimento de raízes. Para o autor o ideal é fazer a semeadura com o sulco preparado mais profundo e a semente mais superficial com melhor acabamento pelas rodas compactadoras.

SIQUEIRA et al. (2000) avaliando hastes sulcadoras de semeadoras-adubadoras de SPD em diferentes teores de água e profundidade de sulco, verificaram que a maior profundidade (12 cm) demandou maior força e potência na barra de tração.

FAGANELLO et al. (1999) afirmam que a emergência, quando do emprego das semeadoras-adubadoras que possuem haste escarificadora atingem 50% no sexto dia após a semeadura, diferindo das demais que não possuem esse sistema, com 10% da emergência no mesmo dia.

NAGAOKA & NOMURA (2003) avaliando a demanda energética do trator de 47,8 kW de potência no motor, a 5 km h⁻¹ sob SPD, observaram consumo de combustível de 2,7 kg h⁻¹ e capacidade de campo efetiva de 1,6 ha h⁻¹. Os autores citam que a patinação do trator foi de 6%, sendo considerado, um valor abaixo do padrão da ASAE (1989) de 8 a 10% para solos não mobilizados.

CEPIK et al. (2005) constataram que a patinação dos rodados do trator foi de 8,4% na profundidade da haste de 6 cm e de 17,4% na profundidade da haste de 12 cm, diferindo entre si estatisticamente, e o aumento da patinação na maior profundidade ocorreu devido ao acionamento da TDA do trator, pois foi necessário um maior esforço de tração nessa profundidade.

As semeadoras-adubadoras trabalhando com velocidade constante, à medida que distribuem as sementes no solo, podem sofrer variações de densidade ocasionadas pela necessidade de cada cultivar. Assim quando

aumenta-se a densidade de semeadura, o sistema dosador tem que distribuir mais semente por metro, tornando-se menos eficiente (ANDERSON, 2001)

FURLANI et al. (2000) avaliando semeadora-adubadora de seis fileiras para feijão (55 cm), obteve para o SPD capacidade de campo efetiva de $1,6 \text{ ha h}^{-1}$, para uma velocidade de 4 km h^{-1} , com trator de 90,5 kW de potência no motor.

CORTEZ (2004) avaliando semeadora-adubadora com sete fileiras para a cultura da soja observou exigência de força de tração de 20,1 kN para a velocidade de 4 km h^{-1} , sendo a potência na barra de 23,7 kW. Entretanto, em se tratando de semeadora-adubadora, o maior esforço de tração pode ocorrer pela maior profundidade de atuação dos órgãos ativos, especialmente discos de corte e sulcadores (haste) para deposição de adubo (ASAE, 1999).

3. Perdas na colheita

Segundo CARVALHO FILHO et al. (2005) e SILVA et al. (2004), durante a colheita deve-se estar sempre preocupado com as perdas ocasionadas nesse processo, devido ser essa a última etapa do processo de cultivo, sendo as perdas influenciadas por fatores relacionados à cultura em que se trabalha e à colhedora.

MESQUITA et al. (2001) afirmam que as perdas podem ser parcialmente evitadas, tomando-se uma série de cuidados como: monitoramento rigoroso da velocidade de trabalho da colhedora, aferição regular dos mecanismos de trilha, limpeza e separação.

As perdas podem ocorrer na pré-colheita e são definidas como sementes livres (soltas), dentro das vagens existentes sobre o solo antes da operação da colheita. Portanto, na colheita atrasada é de se esperar o aumento desta perda em razão de grãos e plantas caídas que não podem ser recuperadas pela plataforma de corte. Em um estudo de perdas, observou-se que com o aumento da umidade do grão e da palha que entra na colhedora, ocorreu aumento de perdas por parte da máquina na cultura de soja (PINHEIRO NETO, 2004). Neste contexto,

PINHEIRO (2004) afirma que um menor volume de massa em seu interior, faz com que a separação e limpeza do produto sejam feitas rapidamente diminuindo as perdas e a quebra de grãos. Com isso maiores densidades de semeadura tendem a aumentar as perdas na máquina devido ao aumento de massa.

SILVA et al. (2004) estudando as perdas na colheita mecanizada do milho comparando a eficiência de colhedoras, com o ano de fabricação, concluíram que as colhedoras com idade de 0 a 5 anos, apresentaram perdas menores, tolerantes aquelas com mais de 6 anos, e as máquinas com sistema de trilha axial apresentaram menores perdas em relação àquelas com sistema de trilha radial. Contrariando esses resultados, CARVALHO FILHO et al. (2005) avaliando duas colhedoras com diferentes anos de fabricação observaram que as perdas totais e na plataforma não diferiram.

As perdas na colheita mecanizada de soja encontrada por CAMPOS et al. (2005), indicaram valores de 62 kg ha^{-1} de perdas, a uma velocidade de 4 a 7 km h^{-1} . Os mesmos autores encontraram perdas de 120 kg ha^{-1} para colhedoras entre 6 e 10 anos de uso, assim verificaram que quanto maior o tempo de uso maiores as perdas na colheita.

GIRO (2004) avaliando as perdas na colheita mecanizada de soja na região de Jaboticabal observou perdas totais de 124 kg ha^{-1} , valores acima do recomendado. Esses valores foram justificados pela alta infestação de plantas daninhas na época da colheita, que por fatores fisiológicos e climáticos contribuíram para o aumento das perdas. Outro fator considerado para o aumento das perdas foi o fluxo de material dentro da colhedora, assim o aumento de plantas daninhas na máquina acarreta em aumento de perdas.

BRITO (2006) avaliando a colheita mecanizada de soja na região de Uberlândia com colhedoras de fluxo axial, observaram perdas de 96 kg ha^{-1} trabalhando com velocidade de $4,5 \text{ km h}^{-1}$. O autor comenta que ocorre grande diferença das perdas de uma parcela para outra, o que resulta em altos valores de coeficientes de variação (39%).

FERREIRA (2006) avaliou a colheita mecanizada de soja na região de Jaboticabal, com a colhedora de fluxo radial, encontrou perdas de 33 kg ha^{-1} trabalhando a $3,7 \text{ km h}^{-1}$ e o fluxo de total de $2,0 \text{ kg s}^{-1}$ na máquina, indicando que 60% do fluxo é devido a massa da cultura.

As perdas durante a colheita mecanizada chegam a ultrapassar duas sacas por hectare, enquanto o referencial de tolerância é de apenas uma saca por hectare (COSTA & TAVARES, 1995). MESQUITA & HANNA (1993) afirmam que é possível reduzir as perdas em até 80% com efetuação correta das regulagens da plataforma de corte e da velocidade.

4. Cultura da soja

Dentre as culturas anuais, a soja, com seu virtuoso papel na economia globalizada e suas características agronômicas, é o carro chefe no desenvolvimento do SPD, sobretudo na rotação de culturas, com enorme potencial para desempenhar marcante papel na rotação com pastagens e outras forrageiras (SATURNINO, 2001).

O crescimento, desenvolvimento e rendimento da soja resultam da interação entre o potencial genético de determinado cultivar com o ambiente. Nas condições de campo a natureza proporciona a maior parte das influências ambientais sobre o desenvolvimento, entretanto os produtores, por meio das práticas de manejo já comprovadas, podem manipular o ambiente de produção (SUZUKI et al., 2005).

A produtividade da cultura da soja na década de 70 era da ordem de 1.800 kg ha^{-1} ; na década de 80 elevou para 2.400 kg ha^{-1} ; na década de 90 em razão dos investimentos em pesquisa alcançou 3.000 kg ha^{-1} . Chegando ao nível de produtividade acima de 3.600 kg ha^{-1} e espera-se até 4.200 kg ha^{-1} (SUZUKI et al. 2005).

Em décadas passadas a densidade de semeadura da soja estava em torno de 600.000 e 700.000 plantas por hectare, e as variações pouco influenciaram na produtividade, mas os novos cultivares não suportam variações de densidade de semeadura, sem afetar o rendimento, o que faz com que não se admita erros na semeadura (COPETTI, 2003).

Entretanto, TOURINO et al. (2002) afirmam que existe para a cultura da soja, uma nova realidade, que vêm sendo utilizado densidades de semeadura menores, em torno de 10 a 15 plantas por metro, pois além de não reduzirem a produtividade, proporcionam redução nos custos de produção pela diminuição nos gastos com sementes.

A inexistência de resposta diferenciada para rendimento de grãos à variação da densidade de semeadura da soja está intimamente relacionada com a plasticidade fenotípica que esta cultura apresenta (RAMBO et al. 2003).

CARPENTER & BOARD (1997) com o objetivo de verificar quais os mecanismos responsáveis pela compensação do rendimento por planta, para variações nas densidades, concluíram que os ajustes no rendimento decorrentes de mudanças nas densidades de semeadura foram em razão de alterações no número de vagens por planta.

Segundo a POTAFOS (1997) a soja cultivada em altas densidades de semeadura tende a crescer mais em altura, ramificar menos e produzir menores quantidades de vagens e sementes por planta do que aquela cultivada em baixas densidades. Em altas densidades a soja terá maior altura de inserção das primeiras vagens e maior tendência a acamar aumentando as perdas na colheita.

ETHREDGE et al. (1989) em estudo de densidade de semeadura de 260.200, 390.400 e 520.400 plantas por hectare, encontraram produtividade de 3.825; 4.724 e 5.516 kg ha⁻¹ respectivamente, indicando um efeito linear no aumento da densidade de semeadura e da produção.

HERZOG et al. (2004) constataram que mesmo aumentando a profundidade da haste sulcadora de adubo (6 para 12 cm), não ocorreu diferença na produtividade da cultura da soja que foi de 2.944 e 3.047 kg ha⁻¹,

respectivamente. O mesmo ocorreu para a massa seca da parte aérea da soja, que produziu 2.313 e 2.481 kg ha⁻¹ para as profundidades de 6 e 12 cm, respectivamente.

Trabalhos com densidades de semeadura não têm mostrado efeito no rendimento de grãos de soja, mesmo variando de 8 até 63 plantas m⁻² (RUBIN, 1997; PIRES et al.,1998).

III. MATERIAL E MÉTODOS

1. Área experimental

O experimento foi conduzido na área experimental do Laboratório de Máquinas e Mecanização Agrícola (LAMMA) do Departamento de Engenharia Rural pertencente a UNESP de Jaboticabal, SP, localizada nas coordenadas geodésicas: latitude 21°14'S e longitude 48°16'W, com altitude média de 559 m, declividade média de 4%, ocupando uma área de aproximadamente 1,0 ha, no período compreendido entre novembro/2005 a março/2006.

A semeadura foi realizada em LATOSSOLO VERMELHO Eutroférico típico, A moderado, textura argilosa e relevo suave ondulado, conforme o Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos da EMBRAPA (1999). O solo encontrava-se com umidade de 23% na camada de 0 a 20 cm, 73% de cobertura vegetal, obtida por meio da metodologia de LAFLEN et al. (1981), e resistência a penetração de 1,7 e 3,3 MPa nas camadas de 0 a 10 e 10 a 20 cm, respectivamente.

O clima de acordo com a classificação de Köeppen é Cwa, ou seja, subtropical úmido, com estiagem no período do inverno (Tabela 1 e Figura 1).

Tabela 1. Dados meteorológicos do local do experimento.

Mês	Pressão (hPa)	Tmax (°C)	Tmin	Tmed (°C)	UR	ND	Insolação (h)
2005							
outubro	942,5	32,7	20,0	25,2	66,6	10	222,3
novembro	941,0	31,4	18,8	24,3	67,6	7	220,2
dezembro	941,0	29,5	19,2	23,5	77,7	19	204,3
2006							
janeiro	942,3	31,3	20,3	25	74,7	18	2336
fevereiro	941,1	30,7	20,3	24,2	82,9	15	181,1
março	941,9	31	20,4	24,5	81,4	16	221

Pressão: pressão atmosférica; Tmax: temperatura máxima; Tmin: temperatura mínima; Tmed: temperatura média; UR: umidade relativa do ar; ND: número de dias com chuva.

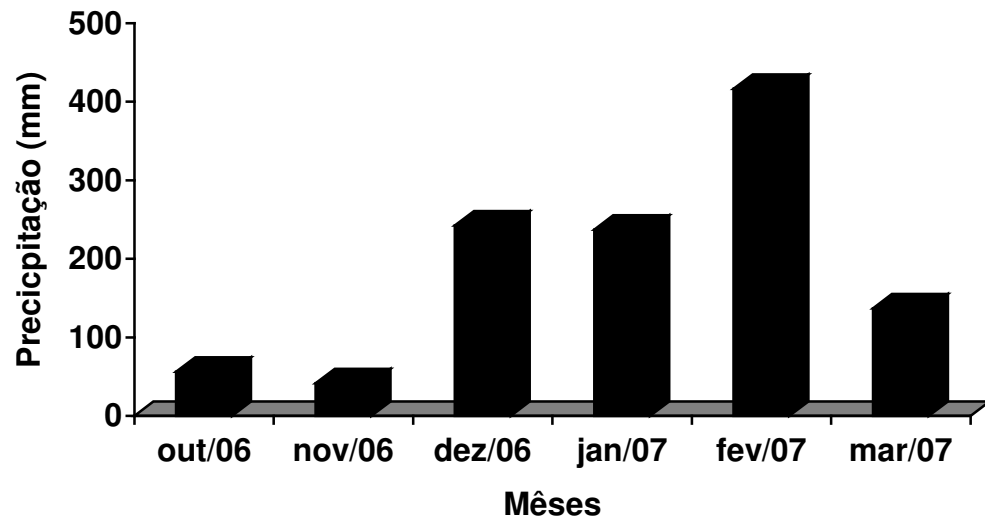


Figura 1. Precipitação pluviométrica nos anos de 2005/2006 obtido do departamento de Ciências Exatas da FCAV – UNESP, Jaboticabal.

A área experimental permaneceu em repouso nos anos de 1999 e 2000, porém com grande infestação de plantas daninhas como capim coloniã (*Panicum maximum* Jacq.) e grama seda (*Cynodon dactylon* (L.) Pers). No terreno foram realizados os manejos das plantas daninhos com roçadora e, posteriormente, o preparo convencional do solo com gradagem pesada e duas gradagens leves ao final de 2000.

Logo em seguida foi semeado o milheto (*Pennisetum* sp.) em março de 2001, com intuito de formar palhada para a semeadura direta da soja (*Glycine max* (L.) Merrill), ao final de 2001. Em março do ano seguinte, implantou-se a cultura da crotalária (*Crotalaria juncea* L.) e mucuna cinza (*Stizolobium niveum* L.), e em novembro semeou-se o milho (*Zea mays* L.). Em março de 2003 foi instalada a cultura do milheto (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Brown) e sorgo (*Sorghum bicolor*), e em novembro foi semeado a soja (*Glycine max* (L.) Merrill). No ano de 2004, em março, foi instalada a cultura da crotalária (*Crotalaria juncea*) e mucuna preta (*Cajanus cajan*), e em novembro foi semeado o milho (*Zea mays* L.).

No final de 2005 foi instalada nesta área a cultura da soja, como intuito deste experimento, considerando-se o SPD com 6 anos de cultivo.

2. Delineamento experimental e tratamentos

O delineamento utilizado foi o de parcelas subdivididas em blocos ao acaso, com quatro repetições. Os tratamentos foram: às densidades de semeadura de 15, 16 e 20 plantas por metro, sendo essas densidades obtidas por meio de variações nas engrenagens de troca rápida da semeadora (Figura 2); e profundidade de deposição do adubo regulada em 11, 14 e 17 cm, com auxílio da roda de controle de profundidade da haste sulcadora de adubo (Figura 2). As parcelas receberam como tratamento principal as densidades de semeadura e as subparcelas (tratamento secundário) receberam as profundidades de deposição do adubo. As subparcelas mediam 65 m de comprimento por 3,15 m de largura, com 15 m de intervalo para realização de manobras e estabilização do conjunto.



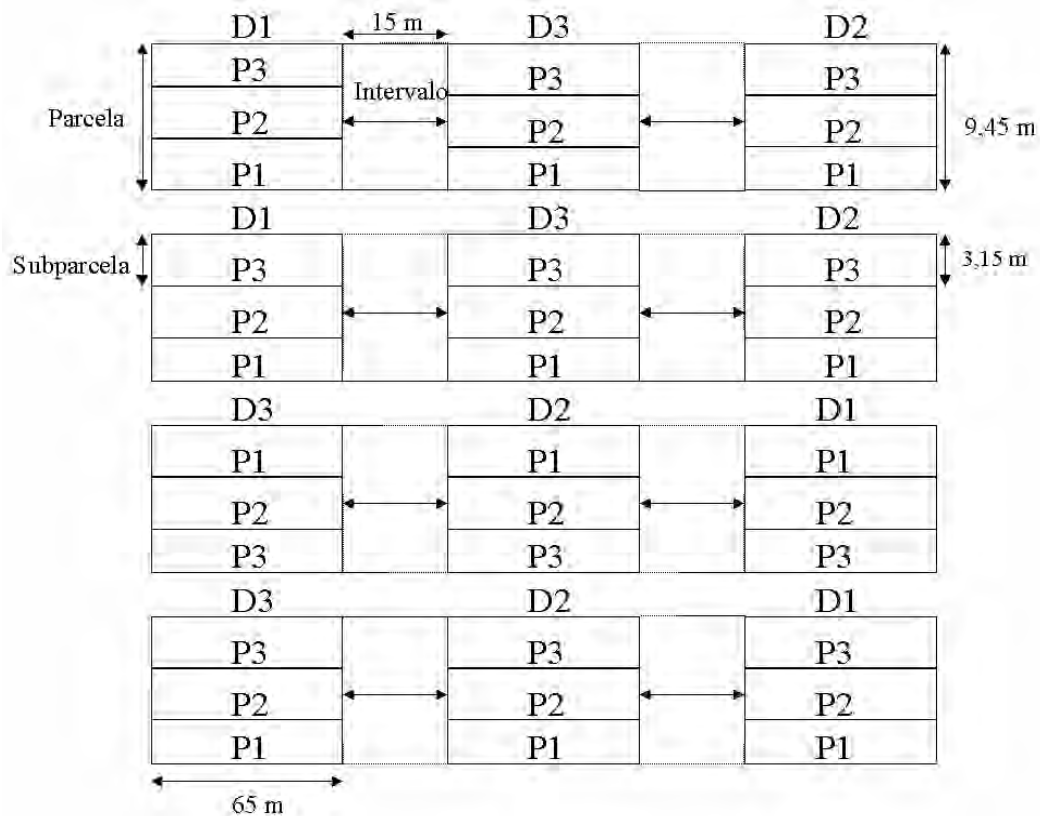
Figura 2. Caixa de engrenagens para mudança da densidade (esquerda) e roda de controle de profundidade (direita).

São apresentadas na Tabela 2 as combinações de fatores do experimento e na Figura 3 a disposição das subparcelas no campo.

Tabela 2. Combinações entre fatores parcela subdividida.

Tratamentos	Densidades (plantas por metro)	Profundidades (cm)
D1 – P1	15	11
D1 – P2	15	14
D1 – P3	15	17
D2 – P1	16	11
D2 – P2	16	14
D2 – P3	16	17
D3 – P1	20	11
D3 – P2	20	14
D3 – P3	20	17

D – densidade de semeadura; P – profundidade de deposição do adubo;



Legenda: de acordo com a nomenclatura da Tabela 2.

Figura 3. Croqui de montagem do experimento no campo.

3. Equipamentos e insumos agrícolas

Foram utilizados as seguintes máquinas e implementos:

a) Trator Valtra BM 100 (Figura 4), 4 x 2 TDA, 73,6 kW (100 cv na rotação de 2.300 rpm) de potência no motor, com massa de 5.400 kg e 40% de lastro no eixo dianteiro [pneus 14.9 – 24 R1 de 3,8 m de perímetro e pressão de 18 psi (124 kPa)], e 60% de lastro no eixo traseiro [pneus 23.1 – 26 R1 de 4,9 m de perímetro de 4,9 m e pressão de inflação de 22 psi (152 kPa)].



Figura 4. Trator utilizado no experimento.
Fonte: Adaptada de LOPES (2006).

b) Semeadora-adubadora de precisão Marchesan, modelo Cop (controle de ondulação permanente) Suprema (Figura 5), com sete fileiras de semeadura, dotada de disco de corte para palhada de 18”(45,7 cm), haste sulcadora de adubo com as seguintes características: 2,7 cm de espessura da ponteira; 1,0 cm de espessura da haste; distância do disco de corte a haste de 12 cm; relação entre a altura e comprimento da ponteira (H/L) de 1,06 e ângulo de ataque de 20°; disco duplo desencontrado de 16” (40,6 cm) para deposição da semente. A máquina possui distribuidor de sementes pneumático, sendo utilizado disco de sementes de 64 furos. A distribuição de adubo foi realizada por mecanismo helicoidal. O depósito de adubo possui capacidade para 1310 kg e o de semente de 200 kg, tendo a semeadora-adubadora 3070 kg de massa, trabalhando com 665 kg de adubo na operação de semeadura.



Figura 5. Semeadora-adubadora utilizada no experimento.

c) Pulverizador marca Jacto, modelo PJ 600, montado, com tanque para capacidade de 600 L de calda, com massa de 195 kg, barra de 9 m, equipada com

18 bicos tipo leque para aplicação de herbicidas e bicos cônicos para aplicação de defensivos.

d) Colhedora marca SLC (John Deere), modelo 1165, ano 1997/1998, com potência de 103 kW (140 cv), com plataforma de soja, dotada de trilha radial e plataforma de corte de 3,8 m (Figura 6). Na operação de colheita trabalhou-se com velocidade de 4 km h⁻¹ e rotação do cilindro de 350 rpm. Na trilha das plantas coletadas manualmente utilizou-se uma máquina estacionária com cilindro de dentes e motor de 1,5 cv.



Figura 6. Colhedora utilizada no experimento.

Antes da semeadura foi realizado aplicação de Glifosate na dosagem de 4 L ha⁻¹ e posteriormente outra aplicação com 1,5 L ha⁻¹ de 2,4 D, ambos com calda de pulverização de 120 L ha⁻¹.

Foram utilizadas sementes de soja da variedade Monsoy 5942 (18 plantas por metro no espaçamento de 0.45 m, recomendado), com aplicação de fertilizantes 0-20-20 na dose de 300 kg ha⁻¹ na semeadura. As sementes foram tratadas com 300 mL de Thiram 700 SC (carboxinthiram) para 100 kg de sementes e inoculante líquido na dose de 500 mL por 50 kg de sementes.

Para o controle de plantas daninhas após a semeadura utilizou-se 600 mL ha⁻¹ de Flex (nitrobenzamida); 600 mL ha⁻¹ de Fusilade (fluzifop-p-butil); Raptor (imazamox) 70 g ha⁻¹ e 200 mL ha⁻¹ de óleo mineral, sendo duas pulverizações com calda de 250 L ha⁻¹.

Para o controle de percevejos foi utilizado Endosulfan 350 CE, na dose de 1,5 L ha⁻¹, com calda de 300 L ha⁻¹.

Para Ferrugem Asiática foi feita aplicação com fungicida Opera (epoxiconazole) sendo 500 mL ha⁻¹, na calda de 300 L ha⁻¹ e uma segunda aplicação com Priori Xtra (azoxistrobina e ciproconazole) na dose de 300 mL ha⁻¹.

Para as doenças de final de ciclo fez-se aplicação de Rival 200 EC (tebuconazole) na dose de 300 mL ha⁻¹ com 300 L ha⁻¹ de calda.

4. Determinações no solo

Para a análise de fertilidade e granulométrica do solo foi coletada uma amostra para cada subparcela na camada de 0 a 20 cm, formando uma amostra composta em cada tratamento, e de acordo com os resultados foi feita a adubação de semeadura (RAIJ et al., 1985).

Na Tabela 3 são apresentados os resultados da análise de fertilidade do solo, indicando a alta saturação por bases, em razão do constante manejo da área durante os cinco anos de sistema plantio direto.

Na Tabela 4 são apresentados os dados da análise granulométrica do solo para a camada de 0 a 20 cm.

Tabela 3. Análise química do solo.

Tratamento	pH	M.O.	P resina	K	Ca	Mg	H+Al	SB	T	V
	CaCl ₂	%	Mg dm ⁻³							
D1P1	5,4	3,2	44	4,2	38	21	34	63	97	65
D1P2	5,4	3,0	43	4,2	41	22	38	67	105	64
D1P3	5,5	3,2	58	4,4	41	24	34	69	103	67
D2P1	5,4	2,9	42	4,6	40	20	34	64	99	66
D2P2	5,4	3,0	57	4,1	38	20	34	62	96	65
D2P3	5,6	3,0	78	4,9	44	22	34	71	105	68
D3P1	5,3	3,0	48	4,2	35	17	34	56	90	62
D3P2	5,4	2,9	63	3,8	39	21	34	64	98	65
D3P3	5,7	2,7	50	3,5	47	27	22	77	99	78
Média	5,4	3,0	54	4,2	40	21	29	65	99	67

M.O.: matéria orgânica; SB: soma de bases ; V: saturação por bases do solo; T: capacidade de troca de cátions a pH 7,0.

Tabela 4. Análise granulométrica do solo.

Amostra	Argila	Limo	Areia		Classe Textural
			fina	grossa	
g kg ⁻¹					
Geral	550	250	100	100	Argilosa

A avaliação de plantas daninhas foi realizada visualmente, atribuindo-se notas (porcentagem) em função da presença de cada planta dentro da parcela. Essa avaliação foi realizada em dois momentos: o primeiro no dia 9-6-2005 e o segundo dia 7-11-2005.

Foi determinada a porcentagem de cobertura do solo antes e após 30 dias a operação de semeadura, utilizando-se um fio de cobre encapado com 15 m de comprimento e com marcações eqüidistantes de 15 cm, resultando em 100 pontos de leitura, com duas leituras nas diagonais da subparcela (LAFLEN et al., 1981). A partir das avaliações obteve-se o índice de permanência de palha sobre o solo após a semeadura, determinado pela Eq 1.

$$IPS = \frac{CP}{CA} 100 \quad (1)$$

em que;

IPS: índice de permanência no solo (%),

CP: Cobertura pós-semeadura, (%), e

CA: Cobertura antes da semeadura, (%).

Para a determinação da umidade, densidade do solo e porosidade total as amostras foram coletadas nas camadas de 0 a 10, 10 a 20 e 20 a 30 cm dentro de cada subparcela, após 30 dias a operação de semeadura, empregando-se o método do anel gravimétrico (Kopecky), que apresentam uma das bordas cortantes, com volume de 86,8 cm³, em que as amostras de solo foram coletadas em um ponto aleatório dentro de cada subparcela, e posteriormente secas na estufa à temperatura de 105 -110^o C até a massa constante, e depois levadas a balança analítica de precisão de 0,01g, segundo metodologia da EMBRAPA (1997).

A umidade e densidade do solo foram determinadas por meio das equações 2 e 3, respectivamente.

$$U = \frac{MI - MII}{MII - TA} 100 \quad (2)$$

em que,

U: umidade do solo (%),

MI: massa úmida do solo (g),

MI: massa seca do solo (g), e

TA: massa do anel (g).

$$D = \frac{MII}{V} \quad (3)$$

em que,

D: densidade do solo (g cm⁻³),

V: volume do anel (cm³)

A porosidade total foi calculada utilizando-se os anéis volumétricos, que foram colocados em bandeja com água até saturação total e novamente pesados, e assim, conforme equação 4, obteve-se a porosidade total.

$$Pt = \frac{(Vt - Vs)}{Vt} 100 \quad \text{em que} \quad Vs = Vt - Vv \quad \text{e} \quad Vv = (Msat - M \text{ sec}) \quad (4)$$

em que,

Pt: porosidade total (%),

Vt: volume total (cm³),

Vs: volume de sólidos (cm³),

Vv: volume de vazios (cm³),

Msat: massa do anel saturado com água (g), e

Msec: massa seca de solo com o anel (g).

Para determinar a resistência à penetração (RP) foi utilizado um penetrômetro de impacto modelo IAA/Planalsucar desenvolvido por STOLF et al. (1983) com massa do êmbolo de 4 kg; curso de queda livre de 40 cm; cone com ângulo de 30° e 1,3 cm de diâmetro; e haste com diâmetro de 0,95 cm.

As leituras foram realizadas em todas as subparcelas do experimento (uma por subparcela) com valores tomados a cada 10 cm, até a profundidade de 50 cm no solo. Os resultados dessa coleta, fornecidos em “impactos dm⁻¹”, foram transformados para MPa, conforme equação 5, descrito por STOLF (1991).

$$RP = \frac{5,8 + 6,89 N}{10,2} \quad (5)$$

em que,

RP: resistência à penetração, (MPa), e,

N: número de impactos.

Foram realizadas leituras antes da operação de semeadura para verificar a RP, sendo a coleta feita dentro de cada tratamento, sendo duas amostras na subparcela. Aos 30 dias após a operação de semeadura realizou-se novamente leitura da RP, na fileira e na entrefileira.

O volume de solo mobilizado por hectare ($\text{m}^3 \text{ha}^{-1}$) foi obtido pela multiplicação da área de seção transversal de solo mobilizada na fileira de semeadura (m^2), pela distância total de sulcos (m).

Para obter a área de seção transversal de solo mobilizado foi avaliada com perfilômetro (Figura 7), realizando-se uma determinação em cada parcela nos tratamentos com profundidade de semeadura.

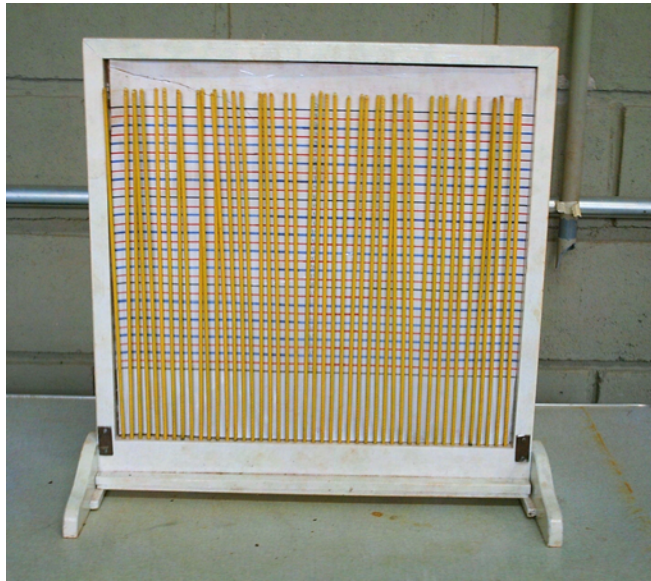


Figura 7. Perfilômetro.

O perfilômetro apresenta as características de largura útil de 50 cm, com pontos tomados de 1 em 1 cm, perfazendo um total de 45 leituras obtidas por meio de varetas de ferro, que ao fundo possui um papel com escala de 1 a 1 cm, conforme adaptação realizada do trabalho descrito por GAMERO & BENEZ (1990).

O perfilômetro foi instalado sobre uma base previamente nivelada, montada no sentido transversal ao deslocamento do trator, sendo realizadas as leituras para obtenção do perfil da superfície e o perfil interno do solo mobilizado, denominado respectivamente de perfil de elevação e perfil de fundo, sendo o

último obtido após a retirada do solo mobilizado pela haste sulcadora da semeadora.

O cálculo da área mobilizada foi obtido através da Regra de Simpson (equação 6)

$$\int_{X_0}^{X_n} dx = \frac{h}{3} (f_0 + 4f_1 + 2f_2 + 2f_3 + 2f_4 + \dots + 2f_{n-2} + 2f_{n-1} + f_n) \quad (6)$$

em que,

$$h = \frac{X_n - X_0}{n}, \quad X_n > X_0$$

em que,

n : número de intervalos,

f : altura das cotas, mm,

h : distância entre cotas (cm), e

x : número de cotas.

Obtidos os dados da área mobilizada, a espessura média da camada mobilizada foi calculada pela equação 7.

$$Ec = \frac{Am}{Cp} \quad (7)$$

em que,

Ec : espessura média da camada mobilizada (cm);

Am : área mobilizada do solo (cm²), e

Cp : comprimento do perfilômetro (cm).

5. Determinações nas máquinas

Utilizou-se um sistema de aquisição de dados acionado na entrada da subparcela que começa a armazenar os dados, por meio de pulsos, em um micrologger CR23X de marca CAMPBELL SCIENTIFIC, INC.

Para mensurar a velocidade instantânea foi utilizada uma unidade de radar localizada na lateral direita do trator Valtra BM 100, tipo RVS II, com inclinação de 45° em relação ao solo. O tempo utilizado para percorrer cada subparcela foi coletado por meio do sistema de aquisição de dados, o qual dispõe de cronômetro interno com precisão de centésimos de segundos.

O cálculo da capacidade de campo operacional foi realizado utilizando a equação 8, considerando-se a eficiência de campo de 65% (ASAE, 1997).

$$CcO = \frac{Lmr \ v}{10} 0,65 \quad (8)$$

em que,

CcO: capacidade de campo operacional (ha h⁻¹),

V: velocidade real de deslocamento, (km h⁻¹),

Lmr: largura média de trabalho da semeadora-adubadora (m), e

10: fator de conversão para (ha h⁻¹).

Para medir o consumo de combustível foi utilizado um protótipo desenvolvido por LOPES et al. (2003), ligado automaticamente com o acionamento do sistema de aquisição de dados e precisão de 1mL (Figura 8).

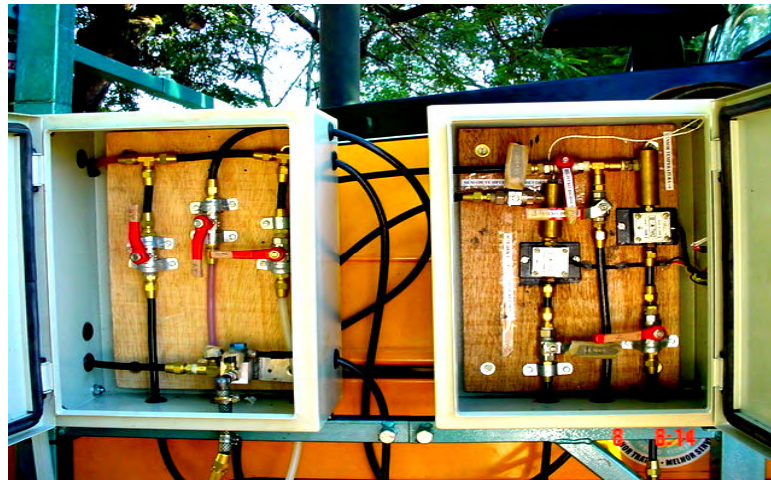


Figura 8. Protótipo desenvolvido para medir consumo de combustível.

O consumo de combustível foi determinado em todas as subparcelas experimentais, em unidade de volume (mL), por meio da diferença entre os volumes de combustível medidos antes da bomba injetora e de retorno, obtendo-se assim o volume realmente utilizado pelo trator durante a operação de semeadura. Com base no volume consumido, foram determinados o consumo horário volumétrico, ponderal e operacional, utilizando-se as equações 9, 10 e 11, respectivamente.

$$Chv = \frac{C \cdot 3,6}{t} \quad (9)$$

em que,

Chv: consumo horário volumétrico (L h⁻¹),

C: volume consumido (mL),

t: tempo de percurso na subparcela (s), e

3,6: fator de conversão.

$$Chp = \frac{Chv \cdot DC}{1000} \quad (10)$$

em que,

Chp: consumo horário ponderal (kg h⁻¹),

Chv: consumo horário volumétrico (L h⁻¹), e

DC: densidade do combustível (g L⁻¹), obtida por meio da equação apresentada por GROTTA et al. (2003).

$$Co = \frac{Chv}{CcO} \quad (11)$$

em que,

Co: consumo operacional (L ha⁻¹),

Chv: consumo horário (L h⁻¹), e

CcO: capacidade de campo operacional (ha h⁻¹).

Para avaliar a patinagem das rodas motrizes do trator foram utilizados sensores geradores de pulsos, modelo GIDP 60 12v, localizados no centro de cada uma das rodas, os quais realizam conversão de movimentos rotativos ou deslocamentos lineares em pulsos elétricos, gerando 60 pulsos por volta dos rodados do trator. A patinagem foi determinada pela relação entre o número de voltas registrado para cada rodado ao percorrer a subparcela e, o comprimento real da subparcela experimental, utilizando a equação 12.

$$Pat = \frac{\left(\frac{\sum Pulsos}{60} Per \right) - L}{\left(\frac{\sum Pulsos}{60} Per \right)} 100, \quad (12)$$

em que,

Pat: patinagem das rodas motrizes (%),

$\sum Pulsos$: total de pulsos registrados em cada subparcela experimental,

Per: perímetro do rodado do trator (m), e,

L: comprimento da subparcela experimental (m).

A massa de material não grão - MOG (*Mather Other Grain*) foi obtida considerando-se todo o material, exceto os grãos, que pudesse passar pelo sistema de trilha da colhedora. Para quantificação desse material coletou-se 10 plantas consecutivas na fileira de semeadura, a partir da altura de corte da colhedora.

O fluxo total de alimentação na colhedora foi obtido pela equação 13.

$$\varphi_t = \frac{L_p v M_t}{10000} \quad (13)$$

em que,

φ_t : fluxo total de alimentação (kg s^{-1}),

L_p: largura da plataforma de corte da colhedora (m);

v: velocidade (m s^{-1}),

M_t: massa seca total (kg ha^{-1}), e

10000: fator de conversão.

Os fluxos de MOG e de grãos na colhedora foram obtidos por meio das equações 14 e 15.

$$\varphi_{MOG} = \frac{Lp \ v \ M_{MOG}}{10000} \quad (14)$$

$$\varphi_G = \frac{Lp \ v \ M_G}{10000} \quad (15)$$

em que,

φ_{MOG} : fluxo de alimentação de MOG (kg s^{-1}),

φ_G : fluxo de alimentação de grãos (kg s^{-1}),

Lp : largura da plataforma de corte de colhedora, (m),

v : velocidade (m s^{-1})

M_{MOG} : massa de MOG (kg ha^{-1}), e

M_G : massa de grãos (kg ha^{-1}), e

10000: fator de conversão.

Os dados de perdas na colheita foram coletados utilizando a metodologia do copo medidor graduado desenvolvida por MESQUITA et al. (1982), citado por MESQUITA et al. (2001).

Com o intuito de comparação foram mensurados as perdas de soja, em massa, obtido pela secagem e pesagem, com seus valores corrigidos para 13% de umidade, em relação ao copo medidor. Assim atribuiu-se um erro de medida entre os métodos diretos (copo medidor) e indireto (massa), calculado pela diferença entre ambos e dividindo o resultado pelo maior valor, querendo o resultado em porcentagem multiplicou o resultado por 100. Com o valor em massa das perdas, relacionou-se as mesmas com a produtividade, obtendo assim um referencial em porcentagem.

6. Determinações na planta

Foram coletados dados da emergência das plântulas até a estabilização do número de plântulas emergidas. O número médio de dias para emergência foi determinado por meio da equação 16 (EDMOND & DRAPALA, 1958).

$$M = \frac{[(N_1.G_1) + (N_2.G_2) + \dots + (N_n.G_n)]}{(G_1 + G_2 + \dots + G_n)} \quad (16)$$

em que,

M : número médio de dias para a emergência das plântulas soja;

N_1 : número de dias entre a semeadura e a primeira contagem de plântulas;

G_1 : número de plântulas emergidas na primeira contagem;

N_2 : número de dias entre a semeadura e a segunda contagem de plântulas;

G_2 : número de plântulas emergidas entre a primeira e a segunda contagem;

N_n : número de dias entre a semeadura e a última contagem de plântulas, e

G_n : número de plântulas emergidas entre a penúltima e a última contagem.

O índice de emergência, fator de desempenho das semeadoras de plantio direto, foi calculado em função da quantidade de sementes distribuídas e a quantidade de plântulas emergidas na lavoura, ou seja, a eficiência da máquina em relação ao estabelecimento da cultura (PORTELLA et al., 1997).

Os danos causados às plântulas emergidas foram mensurados em um metro da subparcela ao final do seu estabelecimento, pela contagem do número de plantas danificadas ou cortadas por aves, formigas e diversos insetos do solo.

Na determinação do estande inicial e final foi utilizado um sarrafo de madeira de um metro, no qual foi colocado um cabo, também de madeira, formando um "T" invertido. No campo foi colocada a parte inicial deste equipamento junto à planta de soja e efetuou-se a contagem do número de plantas neste espaço. As contagens foram realizadas na fileira central de cada

subparcela e a porcentagem de sobrevivência calculada pela diferença entre o estande inicial e final.

Na avaliação da distribuição longitudinal ou uniformidade de espaçamentos a distância entre as plantas foi mensurada com auxílio do mesmo equipamento para contagem do estande inicial, apenas acoplado-se a esse equipamento uma fita métrica para leitura das distâncias, com precisão de 0,5 cm, sendo realizadas na fileira central de cada subparcela.

A porcentagem de espaçamentos aceitáveis, falhos e múltiplos foi obtida de acordo com as normas da ABNT (1984) e KURACHI et al. (1989), considerando-se porcentagens de espaçamentos:

- "duplos" (D): $< 0,5 \text{ vez o } X_{ref.}$,
- "aceitáveis" (A): $0,5 < X_{ref.} < 1,5$, e
- "falhas" (F): $> 1,5 \text{ o } X_{ref.}$

Em que, o espaçamento médio esperado ($X_{ref.}$); foi de 6,6; 6,2 e 5,0 cm para densidades de semeadura de 15, 16 e 20 plantas por metro, respectivamente.

A altura final de plantas foi efetuada pela contagem de 10 plantas consecutivas da subparcela e os valores expressos em média por subparcela.

As determinações da altura de inserção da primeira vagem (AIPV) foram efetuadas pela contagem destas em 10 plantas consecutivas por subparcela. A altura da primeira vagem foi medida por meio de uma haste de madeira com uma fita métrica afixada, com precisão de 1 cm, medido do nível do solo até a inserção da primeira vagem.

O número de vagens por planta foi efetuada pela contagem em 10 plantas consecutivas, e assim obtido a média.

O número de grãos por vagem foi calculado obtendo uma amostra de 10 vagens, das 10 plantas colhidas, e após debulha manual contou-se os grãos e dividiu-os pelo número de vagens.

A massa de 100 grãos foi obtida pela pesagem de uma amostra coletada aleatoriamente dos grãos colhidos das dez plantas de cada subparcela e corrigidos para 13 % de umidade.

A massa seca total foi obtida por meio da pesagem da massa de 10 plantas consecutivas de cada subparcela, e posteriormente transformadas em kg ha^{-1} , por meio do estande final de cada tratamento.

Para a produtividade foram coletadas 10 plantas consecutivas da fileira central de cada subparcela que foram trilhadas por uma máquina estacionária e pesadas, sendo seus valores corrigidos para 13% de umidade.

7. Análise dos dados

Os dados foram tabulados e submetidos à análise de variância, com auxílio do programa para microcomputador ESTAT (Sistema para Análises Estatísticas, v. 2.0). Para os fatores isolados foi realizado o teste F, e quando o mesmo foi significativo a 5% de probabilidade, aplicou-se o teste de Tukey para a comparação de médias.

Quando a interação densidade de semeadura e profundidade de deposição do adubo foi significativa, realizou-se a construção dos gráficos de superfícies, indicados para valores quantitativos, por meio do programa computacional Statistics[®].

Foi realizada análise descritiva para os parâmetros químicos do solo a fim de verificar sua distribuição na área, por meio do programa computacional MINITAB[®]. Os parâmetros analisados na análise descritiva foram: média, mediana, desvio padrão, erro padrão, assimetria, curtose e coeficiente de variação.

IV. RESULTADOS E DISCUSSÃO

1. Parâmetros do solo

Na Tabela 5 são apresentados os dados descritivos para os parâmetros químicos do solo, mostrando que a média e a mediana de forma geral se distanciaram pouco uma da outra, o que comprova que os dados apresentam distribuição normal na área.

Os parâmetros de assimetria e curtose observados encontram-se próximos de zero apresentando o ideal para uma distribuição normal. Apenas os dados de H + Al e o V se distanciaram muito do valor zero (FREDDI, 2003) indicando que esses dados têm distribuição não normal, ou seja, alguma parcela pode apresentar maior valor que as demais.

Estes resultados indicam que as parcelas do experimento apresentam valores de fertilidade muito próximos, e que qualquer diferença nos resultados são devido aos tratamentos e não à fertilidade.

Tabela 5. Análise descritiva para os fatores químicos do solo.

Fatores	Média	Mediana	Desvio padrão	Erro padrão	Min.	Max.	Ass.	Curtose	C.V.
pH	5,4	5,4	1,2	0,4	5,3	5,7	1,11	0,75	1,52
M.O.	2,9	3,0	1,5	0,5	2,7	3,2	-0,29	0,74	2,36
P res.	53,6	50,0	11,7	3,9	42	78	1,13	1,11	137
K	4,2	4,2	4,1	1,3	3,5	4,9	-0,01	0,45	16,8
Ca	40,3	40,0	3,5	1,1	35	47	0,60	0,61	12,5
Mg	21,5	21,0	2,7	0,9	17	27	0,54	1,43	7,77
H + Al	33,1	34,0	4,3	1,4	22	38	-2,40	7,02	19,1
SB	65,8	64	6,0	2,0	56	77	0,35	0,74	36,1
T	99,1	99,0	4,8	1,6	90	105	-0,48	0,36	22,8
V	66,6	65	4,6	1,5	62	78	2,2	5,78	21

pH: potencial hidrogeniônico. M.O.: matéria orgânica. P res.: fósforo remanescente. K: potássio. Ca: cálcio. Mg: magnésio. H + Al: hidrogênio mais alumínio. SB: soma de bases. T: capacidade de troca de cátions efetiva. V. saturação por bases. Min.: mínimo; Max.: Máximo; Ass.: Assimetria; C.V.: Coeficiente de variação.

Na Tabela 6 são apresentados os dados de porcentagem de plantas daninhas em cada parcela do experimento cuja avaliação foi realizada no dia 9-6-2005. Os resultados indicam que, nas parcelas do experimento, as porcentagens de plantas daninhas foram similares e qualquer variação no desenvolvimento da soja, poderia ser creditado ao efeito dos tratamentos. Os dados coletados foram apresentados no anexo 1. Os valores da porcentagem não indicam que a área apresentava totalmente coberta e sim a ocorrência das plantas daninhas.

Tabela 6. Porcentagem de plantas daninhas nas parcelas do experimento.

Fatores	a	b	c	d	e	f	g	h	i
Densidade (D)									
15	20,0	16,8	13,7	8,1	15,6	10,0	5,0	2,5	10,6
16	17,5	21,8	10,0	6,2	16,8	11,2	5,0	5,0	10,6
20	18,1	23,7	10,0	5,6	18,1	7,5	6,2	5,0	10,0
Teste F									
D	0,1 ^{NS}	0,7 ^{NS}	0,7 ^{NS}	3,5 ^{NS}	0,1 ^{NS}	0,8 ^{NS}	1,0 ^{NS}	3,0 ^{NS}	0,4 ^{NS}
D. P.	9,4	8,4	5,2	1,3	7,5	4,0	1,4	1,6	1,1
E. P. M.	4,7	4,2	2,6	0,7	3,7	2,0	0,7	0,8	0,5
C.V. (%)	51,0	40,3	46,2	20,7	44,4	42,6	26,6	40,0	10,5

D.P.: Desvio Padrão; E.P.M.: Erro padrão da média; C.V.: Coeficiente de variação; ns: Não significativo pelo teste de F a 5% de probabilidade. Plantas daninhas: (a) apaga-fogo, (b) Nabiça, (c) Capim-amargoso, (d) Vapim-carrapicho, (e) Trapoeraba, (f) Losna-branca, (g) Picão Preto, (h) Caruru, (i) Outras.

Na Tabela 7 são apresentados os dados de porcentagem de plantas daninhas na avaliação no dia 7-11-2005, pouco antes da semeadura da soja. Observa-se que próximo à semeadura foram encontradas duas novas espécies, anteriormente não citadas na avaliação, indicando que quanto mais tempo o solo ficar em pousio, pode ocorrer emergência de novas espécies, que estão presentes no banco de sementes do solo. Novamente as plantas daninhas não diferiram entre as parcelas do experimento.

Tabela 7. Análise de variância para percentagem de plantas daninhas.

Fatores	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	l
Densidade (D)											
15	8,1	13,1	25	3,6	0,7	25,6	12,7	4,7	5,6	1,2	12,5
16	3,2	33,1	5,8	10,0	1,7	16,8	21,8	1,2	9,4	0,5	3,9
20	4,2	22,5	14,1	5,1	2,0	19,3	16,5	3,7	11,8	1,4	5,1
Teste F											
D	4,8 ^{NS}	2,9 ^{NS}	2,0 ^{NS}	1,1 ^{NS}	0,9 ^{NS}	2,0 ^{NS}	1,4 ^{NS}	3,6 ^{NS}	1,3 ^{NS}	1,0 ^{NS}	2,3 ^{NS}
D. P.	2,3	11,6	13,4	6,2	1,4	6,2	7,9	1,8	5,4	0,9	6,1
E. P. M.	1,1	5,8	6,7	3,1	0,7	3,1	3,9	0,9	2,7	0,5	3,0
C.V. (%)	45,1	51,0	89,5	100	93,6	30,5	47,6	58,0	60,2	90,8	85,8

D.P.: Desvio Padrão; E.P.M.: Erro padrão da média; C.V.: Coeficiente de variação; ns: Não significativo pelo teste de F a 5% de probabilidade. Plantas daninhas: (a) apaga-fogo, (b) Nabiça, (c) Capim-amargoso, (d) Capim-carrapicho, (e) Trapoeraba, (f) Losna-branca, (g) Picão Preto, (h) Caruru, (i) Leiteira, (j) Guanxuma e (l) Outras

Na Tabela 8 são apresentados os dados de percentagem de cobertura vegetal antes e após a operação de semeadura. A análise estatística demonstrou que não há influência da cobertura vegetal nas parcelas no qual foram alocados os tratamentos, demonstrando que a área se encontrava homogêneo, que é ideal e que qualquer efeito que surgir na cobertura vegetal após a operação de semeadura será devido aos tratamentos propostos.

A porcentagem de cobertura vegetal do solo após a semeadura não foi influenciada pelos tratamentos, mas observa-se que em relação à inicial ocorreu diminuição em torno de 40%. Esta diminuição ocorre pela ação dos mecanismos sulcadores no solo, revolvendo-o e mantendo o material na entrelinha. CASÃO JÚNIOR (2004) observou que as semeadoras-adubadoras dotadas de haste sulcadora sem mecanismo de aterramento para acabamento de semeadura acarretaram redução de 33% da palha após a passagem da mesma, enquanto que as semeadoras com disco duplo removeram apenas 10%. O mesmo autor em avaliação de 60 máquinas observou que as semeadoras que não possuíam discos aterradores reduziram de 16% a 48% a cobertura original com palha e as que possuíam discos aterradores reduziram de 10% a 24%. Assim, a utilização de mecanismos aterradores são necessários visando o menor enterrio de palha.

MARQUES & BENEZ (2000) avaliando a porcentagem de cobertura do solo após a semeadura, com a PST² da Marchesan dotada de haste sulcadora, em plantio direto manejado com herbicida, verificaram cobertura de 81%. FURLANI et al. (2004) observaram que no SPD após a semeadura ocorreu a permanência de mais de 60% da cobertura do solo. A ASAE (1982) caracteriza o sistema conservacionista aquele que preconiza uma cobertura do solo superior a 30% de resíduos após a semeadura.

Tabela 8. Síntese da análise de variância para cobertura vegetal (%).

Fatores	Antes	Após	IPS (%)
Densidades			
15	75,5 a	47,9 a	60 a
16	72,8 a	44,1 a	60 a
20	71,2 a	41,1 a	60 a
Profundidade (cm)			
11	71,2 a	45,5 a	60 a
14	74,0 a	41,2 a	50 a
17	74,3 a	46,9 a	60 a
Teste F			
Densidade (D)	1,6 ^{NS}	1,2 ^{NS}	0,7 ^{NS}
Profundidade (P)	1,3 ^{NS}	2,0 ^{NS}	1,7 ^{NS}
D x P	0,4 ^{NS}	0,3 ^{NS}	0,1 ^{NS}
C.V. D	8,1	22,3	20,6
C.V. P	6,9	16,3	20,0

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem pelo Teste de Tukey.^{NS}: não significativo ($P>0,05$); *: significativo ($P\leq 0,05$); **: significativo ($P\leq 0,01$), C.V.: coeficiente de variação (%).

Na Tabela 8 está apresentado o Índice de Permanência no Solo (IPS) da cobertura vegetal, e quanto maior o IPS melhor a ação dos mecanismos da semeadora-adubadora em deixar a cobertura vegetal sobre o solo.

Na Tabela 9 observa-se que para a porcentagem de cobertura vegetal do solo aos 30 dias após semeadura, não houve diferença entre os tratamentos, mas ocorreu redução da cobertura vegetal do solo após a semeadura de 16%. A decomposição em 30 dias foi inferior ação dos mecanismos da semeadora-adubadora. A porcentagem de cobertura vegetal do solo pela soja apresentou na

maior densidade de semeadura a maior porcentagem de cobertura vegetal do solo.

Para a porcentagem total de cobertura vegetal obteve-se diferença para as densidades e a interação que foi desdobrada na Tabela 9. Observa-se que a cobertura total do solo aos 30 dias após a semeadura está próxima a antes da semeadura, constata-se que após a semeadura, a soja e a cobertura vegetal apresentaram proteção adequada do solo.

MARQUES & BENEZ (2000), encontraram valores da porcentagem de cobertura vegetal do solo remanescente aos 153 dias após a semeadura de 29%, indicando que com o passar do tempo a decomposição da palha pode chegar muito baixa prejudicando o sistema, o que indica a necessidade de cultivar culturas para manter a cobertura vegetal do solo.

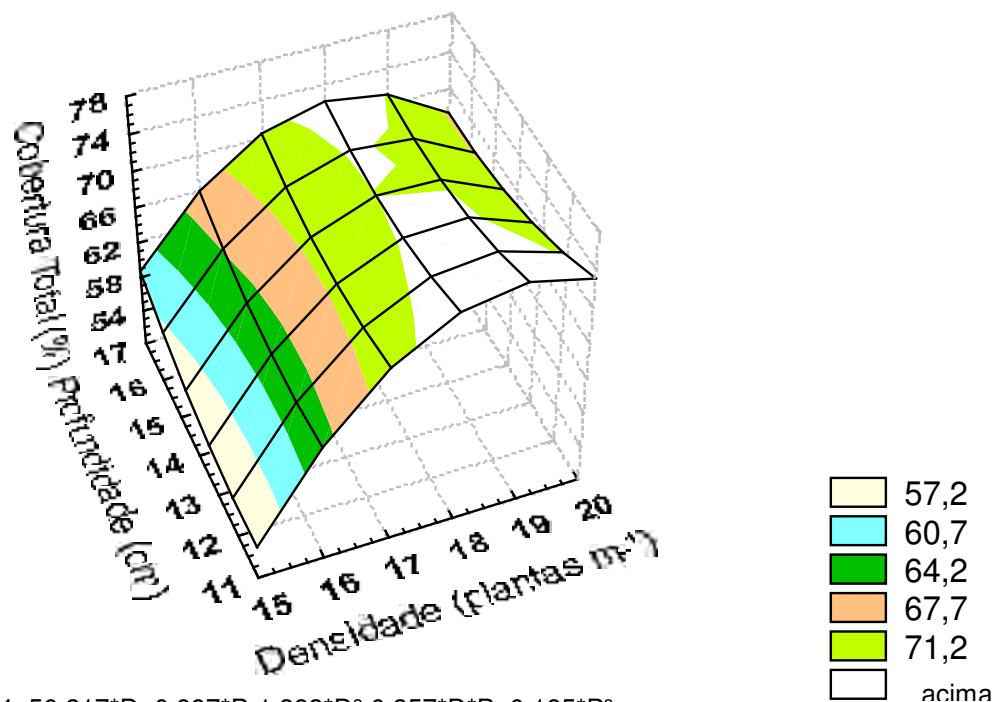
Tabela 9. Síntese de análise de variância para porcentagem de cobertura vegetal aos 30 dias após semeadura.

Fatores	Palha	Soja	Total
Densidades			
15	36 a	20 b	69
16	40 a	24 b	64
20	36 a	33 a	56
Profundidade (cm)			
11	37 a	26 a	63
14	36 a	26 a	62
17	39 a	25 a	64
Teste F			
Densidade (D)	1,2 ^{NS}	16,2 ^{**}	11,7 ^{**}
Profundidade (P)	1,0 ^{NS}	0,2 ^{NS}	0,5 ^{NS}
D x P	0,9 ^{NS}	2,2 ^{NS}	3,6 [*]
C.V. D	18,5	23,5	11,0
C.V. P	13,4	17,0	7,3

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem pelo Teste de Tukey.^{NS}: não significativo ($P > 0,05$); ^{*}: significativo ($P \leq 0,05$); ^{**}: significativo ($P \leq 0,01$), C.V.: coeficiente de variação (%).

No desdobramento da interação densidade x profundidade para a porcentagem de cobertura vegetal (Figura 9), observa-se que a cobertura vegetal do solo variou dentro das profundidades de 11 e 14 cm. Pode-se verificar que na

profundidade de 11 cm as densidades de 15 e 16 plantas por metro não diferiram entre si; já na profundidade 14 cm essas diferiram. A profundidade de 17 cm propiciou um ambiente favorável ao desenvolvimento para as três densidades em iguais condições. Analisando a Figura 9 observa-se que há a presença de regiões com altos valores de cobertura vegetal, conseqüentemente nas densidades de 18, 19 e 20 plantas por metro. As profundidades indicaram faixas similares para o valor da cobertura total.



$$Cv = -452,704 + 56,217 \cdot D + 0,997 \cdot P - 1,383 \cdot D^2 - 0,357 \cdot D \cdot P + 0,185 \cdot P^2$$

Figura 9. Cobertura vegetal (Cv) total aos 30 dias após a semeadura.

A umidade no solo foi mensurada no dia da semeadura em dois pontos da área nas camadas de 0 a 10; 10 a 20 e 20 a 30 cm obtendo 22%, 23% e 26%, respectivamente. Quanto maior a profundidade maior a umidade no solo, visto que a evaporação ocorre primeiramente pelas camadas superficiais. O solo, no momento da semeadura encontrava-se com a umidade no intervalo admitido para a operação. Antes a instalação do experimento o regime de chuvas foi pequeno,

como pode ser observado na Figura 1, ficando bem abaixo da média histórica, o que de certa forma dificultou a instalação da cultura.

Na Tabela 10 são apresentados os valores de umidade no solo 30 dias após a semeadura. Os tratamentos não apresentaram diferença significativa entre si, isto foi ocasionado provavelmente pelas chuvas intensas antes do período da coleta, assim o perfil do solo permaneceu com umidade próximo em todas as subparcelas e camadas avaliadas. OLIVEIRA et al. (2000) também não encontraram diferença na umidade do solo ao longo do perfil avaliado, quando cultivado no sistema plantio direto, atribuindo-se tal fato a cobertura vegetal.

Tabela 10. Síntese de análise de variância para umidade no solo (%) 30 dias após a semeadura.

Fatores	Camadas (cm)		
	0 a 10	10 a 20	20 a 30
Densidade			
15	21,4 a	24,6 a	25,4 a
16	22,8 a	24,4 a	27,1 a
20	23,6 a	25,6 a	25,8 a
Profundidade (cm)			
11	23,1 a	24,6 a	26,1 a
14	21,9 a	25,1 a	26,8 a
17	22,7 a	24,9 a	25,5 a
Teste de F			
Densidade (D)	1,3 ^{NS}	0,8 ^{NS}	0,7 ^{NS}
Profundidade (P)	0,8 ^{NS}	0,4 ^{NS}	0,4 ^{NS}
D x P	1,4 ^{NS}	0,9 ^{NS}	0,5 ^{NS}
C. V. D	14,4	10,6	13,3
C. V. P	11,1	6,2	12,8

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem pelo Teste de Tukey.^{NS}: não significativo ($P>0,05$); *: significativo ($P\leq 0,05$); **: significativo ($P\leq 0,01$), C.V.: coeficiente de variação (%).

Na Tabela 11 são apresentados os dados para porosidade total do solo e observa-se que não ocorreu diferença para os fatores analisados, evidenciados pelos manejos anteriores da área que proporcionaram condições de porosidade total em torno de 40%.

Tabela 11. Síntese de análise de variância para porosidade total no solo (%).

Fatores	Camadas (m)		
	0 a 10	10 a 20	20 a 30
Densidade			
15	41,5 a	40,3 a	39,8 a
16	41,6 a	40,4 a	41,6 a
20	42,6 a	40,4 a	40,6 a
Profundidade (cm)			
11	41,1 a	40,3 a	40,3 a
14	41,0 a	40,3 a	41,4 a
17	42,9 a	40,5 a	40,2 a
Teste de F			
Densidade (D)	0,1 ^{NS}	0,01 ^{NS}	0,5 ^{NS}
Profundidade (P)	1,2 ^{NS}	0,05 ^{NS}	0,6 ^{NS}
D x P	0,5 ^{NS}	0,7 ^{NS}	0,4 ^{NS}
C. V. D	13,0	3,2	10,1
C. V. P	7,3	4,5	7,2

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem pelo Teste de Tukey.^{NS}: não significativo ($P > 0,05$); *: significativo ($P \leq 0,05$); **: significativo ($P \leq 0,01$), C.V.: coeficiente de variação (%).

SUZUKI (2005) também não observou diferenças na porosidade total ao longo das camadas de um Latossolo Vermelho distroférico típico, entretanto seus valores foram em torno de 50%.

A densidade do solo é apresentada na Tabela 12 e seu resultado não demonstrou efeito de nenhum tratamento. Como a haste sulcadora trabalhou até a profundidade de 17 cm, era de se esperar que ocorressem valores de densidades do solo menores nas camadas de 0 a 10 cm e 10 a 20 cm.

FERRERAS et al. (2000) avaliando a densidade do solo (25% de argila e 36% de areia) encontraram para o sistema plantio direto valores próximos ao desse experimento, indicando $1,4 \text{ g cm}^{-3}$ para as camadas de 3 a 8 cm e de 15 a 20 cm.

Tabela 12. Síntese de análise de variância para densidade do solo (g cm^{-3}).

Fatores	Camadas (cm)		
	0 a 10	10 a 20	20 a 30
Densidade			
15	1,4 a	1,5 a	1,5 a
16	1,4 a	1,5 a	1,5 a
20	1,4 a	1,5 a	1,5 a
Profundidade (cm)			
11	1,4 a	1,5 a	1,5 a
14	1,4 a	1,5 a	1,5 a
17	1,4 a	1,5 a	1,5 a
Teste de F			
Densidade (D)	0,4 ^{NS}	3,0 ^{NS}	0,5 ^{NS}
Profundidade (P)	1,4 ^{NS}	0,3 ^{NS}	0,4 ^{NS}
D x P	1,8 ^{NS}	2,1 ^{NS}	0,6 ^{NS}
C. V. D	11,4	3,5	3,7
C. V. P	4,9	3,4	3,6

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem pelo Teste de Tukey.^{NS}: não significativo ($P > 0,05$); *: significativo ($P \leq 0,05$); **: significativo ($P \leq 0,01$), C.V.: coeficiente de variação (%).

LIPIEC et al. (1991) verificaram concentração de raízes na superfície do solo (0 a 10 cm) e decréscimo da profundidade radicular com aumento do grau de compactação (aumento da densidade do solo). Pelo exposto quanto maior for o grau de compactação (aumento da densidade do solo), ocorrerá maior restrição ao desenvolvimento radicular e conseqüentemente menor desenvolvimento da parte aérea.

Os resultados da análise estatística para os dados de RP antes da instalação do experimento estão na Tabela 13. Os resultados evidenciam que a área na qual foi conduzido o experimento apresentava-se homogênea dentro de cada camada, sendo ideal para a realização do experimento.

Tabela 13. Síntese da análise de variância para RP (MPa) antes da instalação do experimento.

Fatores	Camadas (cm)				
	0 a 10	10 a 20	20 a 30	30 a 40	40 a 50
Densidade					
15	1,7 a	2,8 a	4,0 a	5,8 a	6,9 a
16	1,7 a	3,4 a	4,2 a	5,4 a	6,8 a
20	1,4 a	3,5 a	4,0 a	5,1 a	7,1 a
Profundidade (cm)					
11	1,5 a	3,4 a	4,2 a	5,4 a	7,4 a
14	1,8 a	3,3 a	3,8 a	5,4 a	6,7 a
17	1,7 a	3,0 a	4,2 a	5,5 a	6,6 a
Teste F					
Densidade (D)	0,5 ^{NS*}	2,1 ^{NS}	0,1 ^{NS}	0,5 ^{NS}	0,1 ^{NS}
Profundidade (P)	1,1 ^{NS}	1,2 ^{NS}	1,1 ^{NS}	0,0 ^{NS}	0,9 ^{NS}
D x P	0,6 ^{NS}	2,0 ^{NS}	1,1 ^{NS}	0,9 ^{NS}	1,2 ^{NS}
C.V. D	41,6	27,2	36,8	26,6	22,6
C.V. P	32,0	17,0	20,7	27,0	22,1

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem pelo Teste de Tukey.^{NS}: não significativo ($P > 0,05$); *: significativo ($P \leq 0,05$); **: significativo ($P \leq 0,01$), C.V.: coeficiente de variação (%).

Na Tabela 14 são apresentados os resultados da análise em fatorial acrescentando como fator às camadas de solo para verificar se há diferença entre elas.

Tabela 14. Síntese da análise de variância para RP nas camadas.

Fatores	RP (MPa)
Camadas (cm)	
0 a 10	1,6 e
10 a 20	3,3 d
20 a 30	4,1 c
30 a 40	5,4 b
40 a 50	6,9 a
Teste F	
Camadas	117,6 **
C.V.	26,0

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem pelo Teste de Tukey.^{NS}: não significativo ($P > 0,05$); *: significativo ($P \leq 0,05$); **: significativo ($P \leq 0,01$), C.V.: coeficiente de variação (%).

Pelos resultados fica claro que existe diferença nas camadas de solo analisada, e a medida que se aumenta a profundidade ocorre incremento na RP. A área está sob sistema plantio direto, e é de se esperar maior resistência do solo, principalmente abaixo da camada de 0 a 10 cm, pois até essa camada ocorre ação da haste sulcadora. O sistema plantio direto por apresentar solo estruturado apresenta RP maior do que o recomendado para a soja, o que segundo BEUTLER & CENTURION (2004), seria de 2,55 MPa para os solos sob preparo convencional. Contudo, verificando as condições de desenvolvimento da soja o valor de RP não foi impedimento no SPD.

Na Tabela 15 são apresentados os dados de RP na fileira de semeadura aos 30 dias após a implantação da cultura da soja, observa-se que os tratamentos diferiram para a interação na camada de 20 a 30 cm. Os demais resultados não diferiram para as densidades de semeadura e profundidades da haste na fileira de semeadura, concordando com SUZUKI (2005), que observou compactações acima de 2,0 MPa nas camadas abaixo de 10 a 20 cm.

Tabela 15. Síntese da análise de variância para RP na fileira de semeadura (MPa) após 30 dias de semeadura.

Fatores	Camadas (cm)				
	0 a 10	10 a 20	20 a 30	30 a 40	40 a 50
Densidade					
15	0,8 a	2,1 a	3,2 a	3,6 a	3,2 a
16	0,8 a	1,7 a	2,6 a	3,5 a	4,2 a
20	0,6 a	1,5 a	2,5 a	3,7 a	3,7 a
Profundidade (cm)					
11	0,8 a	1,7 a	2,5 a	3,4 a	3,6 a
14	0,7 a	1,9 a	3,1 a	3,9 a	4,0 a
17	0,7 a	1,6 a	2,7 a	3,5 a	3,6 a
Teste F					
Densidade (D)	2,3 ^{NS}	1,1 ^{NS}	0,7 ^{NS}	0,1 ^{NS}	0,6 ^{NS}
Profundidade (P)	0,9 ^{NS}	1,9 ^{NS}	1,9 ^{NS}	1,2 ^{NS}	0,6 ^{NS}
D x P	0,4 ^{NS}	1,0 ^{NS}	3,2*	0,8 ^{NS}	0,4 ^{NS}
C.V. D	40,0	54,1	55,7	61,0	56,1
C.V. P	24,3	25,3	25,0	22,8	24,1

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem pelo Teste de Tukey.^{NS}: não significativo ($P > 0,05$); *: significativo ($P \leq 0,05$); **: significativo ($P \leq 0,01$), C.V.: coeficiente de variação (%).

Na Figura 10 é apresentado o resultado da umidade no solo no dia da realização da amostragem da RP para as camadas estudadas, 30 dias após a semeadura, observa-se ligeiro aumento no seu valor com o aumento da profundidade.

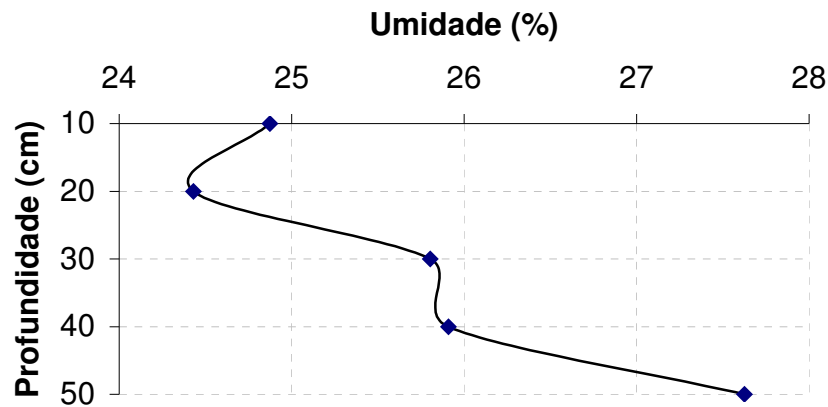
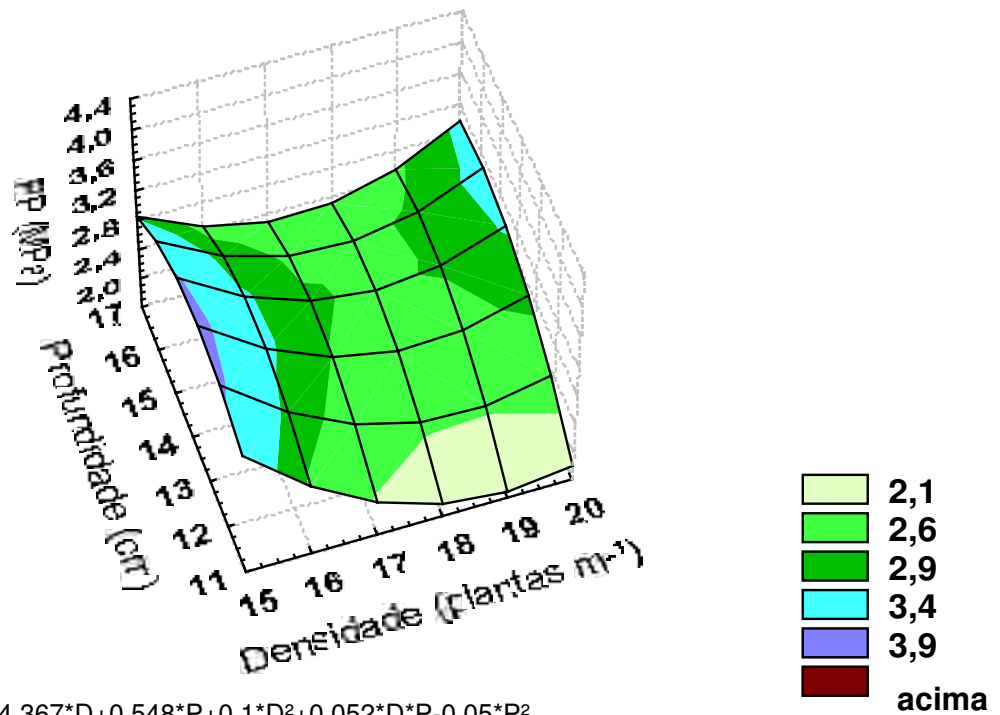


Figura 10. Umidade no dia da amostragem para RP.

Na Figura 11 é apresentada a interação para a camada de 20 a 30 cm. Para a densidade de semeadura de 15 plantas observa-se que na profundidade de 14 cm houve maior RP, que na profundidade de 17 cm. Já a profundidade de 11 cm não apresentou diferenças quanto à RP para as demais profundidades trabalhadas. Esses resultados são consequência das diferentes condições dos locais de amostragem, pois tanto as densidades como as profundidades da haste sulcadora não influenciaram nesse resultado, provavelmente pelo elevado valor do coeficiente de variação.



$$RP = 37,622 - 4,367 \cdot D + 0,548 \cdot P + 0,1 \cdot D^2 + 0,052 \cdot D \cdot P - 0,05 \cdot P^2$$

Figura 11. RP 30 dias após a semeadura na camada de 20 a 30 cm.

Na Tabela 16 são apresentados a RP na entrefileira após 30 dias da semeadura, observa-se que não houve diferença entre os tratamentos. Em comparação com a RP na fileira tomando-se os valores absolutos, a camada de 0 a 10 cm apresentou valores menores, pela ação da haste sulcadora, reduzindo em 50%, enquanto que as demais camadas pouco diferiram.

Tabela 16. Síntese da análise de variância para RP (MPa) na entrefileira aos 30 dias após a semeadura.

Fatores	Camadas (cm)				
	0 a 10	10 a 20	20 a 30	30 a 40	40 a 50
Densidade					
15	1,4 a	2,5 a	3,2 a	3,8 a	4,1 a
16	1,5 a	2,2 a	2,7 a	3,6 a	4,2 a
20	1,5 a	2,8 a	3,3 a	3,9 a	4,7 a
Profundidade (cm)					
11	1,6 a	2,5 a	3,1 a	4,3 a	4,6 a
14	1,5 a	2,6 a	3,1 a	3,5 a	3,9 a
17	1,2 a	2,5 a	2,9 a	3,6 a	4,4 a
Teste F					
Densidade (D)	0,1 ^{NS}	3,9 ^{NS}	1,1 ^{NS}	1,5 ^{NS}	1,6 ^{NS}
Profundidade (P)	2,8 ^{NS}	0,1 ^{NS}	0,4 ^{NS}	2,1 ^{NS}	1,0 ^{NS}
D x P	0,6 ^{NS}	1,2 ^{NS}	1,9 ^{NS}	1,5 ^{NS}	0,2 ^{NS}
C.V. D	32,7	19,3	32,8	10,8	18,6
C.V. P	26,3	24,2	26,0	26,0	27,8

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem pelo Teste de Tukey.^{NS}: não significativo ($P > 0,05$); *: significativo ($P \leq 0,05$); **: significativo ($P \leq 0,01$), C.V.: coeficiente de variação (%).

Na Tabela 17 são apresentados os dados de volume de solo mobilizado e espessura da camada determinada após a operação da semeadura. No Anexo 2 está apresentado o perfil da área trabalhada pela semeadora-adubadora nas diferentes profundidades da haste sulcadora.

A espessura da camada e volume de solo mobilizado por hectare não foi influenciada pelo aumento da profundidade de deposição do adubo. Esse resultado concorda com MODOLO et al. (2003), que mesmo variando a profundidade do sulco de adubo não encontraram alterações para a área mobilizada. Os autores ainda citam que as molas tensoras e limitadores da semeadora-adubadora podem influenciar a profundidade real da haste. No entanto esse resultado discorda de HERZOG et al. (2004) que verificou aumento de 52% na área mobilizada ao dobrar a profundidade da haste sulcadora (6 cm para 12 cm). A espessura da camada não foi influenciada pela profundidade da haste sulcadora.

Tabela 17. Síntese da análise de variância para volume de solo mobilizado e espessura da camada.

Fatores	Espessura (cm)	Volume de solo mobilizado (m ³ ha ⁻¹)
Profundidade (cm)		
11	2,5 a	251 a
14	2,8 a	276 a
17	3,2 a	323 a
Teste F		
P	2,2 ^{NS}	2,2 ^{NS}
Desvio padrão	0,5	49,5
Erro padrão	0,2	24,7
C.V.	17,4	17,4

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem pelo Teste de Tukey. ^{NS}: não significativo (P>0,05); *: significativo (P≤0,05); **: significativo (P≤0,01), C.V.: coeficiente de variação (%).

Segundo MORRISON JUNIOR (1998) o controle da profundidade e a transferência de força ao mecanismo rompedor do solo (haste sulcadora) estão correlacionados a massa da máquina (adubo + semente), pois no decorrer do percurso a profundidade da haste pode variar em relação à regulagem proposta, alterando então a área mobilizada e o volume de solo mobilizado.

2. Parâmetros nas máquinas

A velocidade de deslocamento e a capacidade de campo operacional do conjunto trator-semeadora mantiveram-se constantes trabalhando a diferentes densidades de semeadura e profundidades de deposição do adubo (Tabela 18). Ressalta-se que nas maiores profundidades não ocorreu diminuição da velocidade e da capacidade de campo operacional, contrariando as pressuposições iniciais do trabalho. Provavelmente, o uso da marcha com velocidade em torno de 3 km h⁻¹ proporcionou torque suficiente para que as mesmas não se alterassem. Os resultados da CcO estão abaixo dos apresentados por FURLANI et al. (2004) e NAGAOKA & NOMURA (2003).

Tabela 18. Síntese da análise de variância para velocidade e capacidade de campo operacional (CcO).

Fatores	Velocidade (km h ⁻¹)	CcO (ha h ⁻¹)
Densidade		
15	3,0 a	0,7 a
16	3,0 a	0,7 a
20	3,1 a	0,7 a
Profundidade (cm)		
11	3,1 a	0,7 a
14	3,0 a	0,7 a
17	3,0 a	0,7 a
Teste F		
Densidade (D)	4,2 ^{NS}	4,6 ^{NS}
Profundidade (P)	1,3 ^{NS}	0,9 ^{NS}
D x P	2,2 ^{NS}	1,9 ^{NS}
C.V. D	1,8	1,7
C.V. P	2,5	2,7

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem pelo Teste de Tukey.^{NS}: não significativo ($P > 0,05$); *: significativo ($P \leq 0,05$); **: significativo ($P \leq 0,01$), C.V.: coeficiente de variação (%).

Os consumos de combustível são apresentados na Tabela 19, e todas as análises revelaram influência apenas em relação às maiores profundidades de deposição do adubo, visto que as mesmas (14 e 17 cm) exigiram maior demanda de combustível, o que segundo SIQUEIRA et al. (2000) é consequência da maior exigência da força de tração. Pode-se inferir que a maior demanda por combustível do trator ocorre devido ao aumento da profundidade de deposição do adubo, associada à maior resistência do solo em profundidade.

De acordo com OLIVEIRA et al. (2000), o maior consumo de combustível operacional se justifica pela redução da capacidade de campo operacional do conjunto, em relação a sua velocidade, entretanto tal justificativa não se aplica nesse trabalho, visto que o aumento do consumo de combustível foi verificado sem a alteração na velocidade de deslocamento e na capacidade de campo operacional.

Os resultados para consumo de combustível horário volumétrico estão abaixo dos obtidos por BORTOLOTTO et al. (2006), que observaram na menor

velocidade de deslocamento ocorre menor consumo de combustível horário volumétrico.

CAMILO et al. (2004), avaliando no SPD o consumo de combustível de um trator de 48 kW (61 cv), para a semeadura de feijão com três fileiras, concluíram que na maior profundidade exige-se maior potência e conseqüentemente maior consumo de combustível do trator, concordando com o resultados deste experimento. Os autores afirmam que o mecanismo tipo haste sulcadora exigiu menor consumo de combustível horário volumétrico ($4,0 \text{ L h}^{-1}$) do que o mecanismo tipo disco duplo ($4,6 \text{ L h}^{-1}$), na velocidade de $3,5 \text{ km h}^{-1}$, tendo ambos trabalhado na mesma profundidade. Esse fato também foi constatado por CASÃO JÚNIOR (2004).

Tabela 19. Síntese da análise de variância para consumo de combustível.

Fatores	Volumétrico (L h^{-1})	Ponderal (Kg ha^{-1})	Operacional (L ha^{-1})
Densidade			
15	9,7 a	8,1 a	8,9 a
16	9,6 a	8,0 a	8,8 a
20	9,7 a	8,1 a	8,7 a
Profundidade (cm)			
11	9,2 b	7,7 b	8,3 b
14	9,8 a	8,2 a	9,0 a
17	9,9 a	8,4 a	9,1 a
Teste F			
Densidade (D)	1,6 ^{NS}	1,5 ^{NS}	0,9 ^{NS}
Profundidade (P)	17,9 ^{**}	21,0 ^{**}	13,4 ^{**}
D x P	1,1 ^{NS}	1,1 ^{NS}	0,2 ^{NS}
C.V. D	1,9	1,8	2,9
C.V. P	3,1	3,1	4,3

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem pelo Teste de Tukey.^{NS}: não significativo ($P>0,05$); *: significativo ($P\leq 0,05$); **: significativo ($P\leq 0,01$), C.V.: coeficiente de variação (%).

Os dados de patinagem do trator (Tabela 20) sofreram influência apenas da profundidade de deposição do adubo. Tanto a patinagem dianteira como a traseira apresentaram maiores valores na profundidade de 17 cm (maior), fato este também observado por CEPIK et al. (2005), independentemente da condição do

solo (seco e úmido). Quando se aumenta a profundidade da haste sulcadora, aumenta o requerimento de força, fato constatado por CAMILO et al. (2004). OLIVEIRA et al. (2000) encontraram valores de patinagem baixa (1 a 4%) devido ao excesso de lastragem ou superdimensionamento da máquina.

A patinagem traseira de 5,8%, obtida em função dos dados da Tabela 20, quando comparada com os valores da ASAE (1989), indicam que o conjunto trator-semeadora poderia ter trabalhado com velocidade ou largura de trabalho maior (NAGAOKA & NOMURA, 2003), o que não se observa para a patinagem dianteira, que se encontra dentro do padrão da ASAE (1989), que recomenda para a obtenção máxima de eficiência de tração patinagens de 8 a 10% em solos não mobilizados e de 11 a 13% em solos mobilizados.

Tabela 20. Síntese da análise de variância para patinagem do trator.

Fatores	Patinagem (%)	
	Dianteira	Traseira
Densidade		
15	8,9 a	5,7 a
16	8,5 a	5,8 a
20	9,1 a	5,9 a
Profundidade (cm)		
11	8,8 b	5,6 b
14	6,0 c	3,0 c
17	11,7 a	8,8 a
Teste F		
Densidade (D)	0,5 ^{NS}	0,1 ^{NS}
Profundidade (P)	19,1 ^{**}	23,9 ^{**}
D x P	0,1 ^{NS}	0,7 ^{NS}
C.V. D	15,7	39,7
C.V. P	25,3	35,5

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem pelo Teste de Tukey.^{NS}: não significativo ($P > 0,05$); *: significativo ($P \leq 0,05$); **: significativo ($P \leq 0,01$), C.V.: coeficiente de variação (%).

Na Tabela 21 são apresentados os resultados para fluxo de MOG, de grãos e total na colhedora. Os fluxos apresentaram dependência entre os fatores, densidades de semeadura e profundidade de deposição do adubo.

Tabela 21. Síntese da análise de variância para fluxo de MOG, de grãos e total na colhedora.

Fatores	Fluxo (kg s ⁻¹)		
	MOG	Grãos	Total
Densidade			
15	1,2	2,4	3,6
16	1,5	2,9	4,4
20	1,7	3,3	4,9
Profundidade (cm)			
11	1,5	3,1	4,6
14	1,5	2,8	4,3
17	1,3	2,7	4,1
Teste F			
Densidade (D)	6,1*	4,2 ^{NS}	4,8*
Profundidade (P)	2,3 ^{NS}	2,7 ^{NS}	2,5 ^{NS}
D x P	6,5**	8,7**	8,1**
C.V.D	22,1	24,6	23,8
C.V.P	12,9	12,3	12,3

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem pelo Teste de Tukey.^{NS}: não significativo (P>0,05); *: significativo (P≤0,05); **: significativo (P≤0,01), C.V.: coeficiente de variação (%).

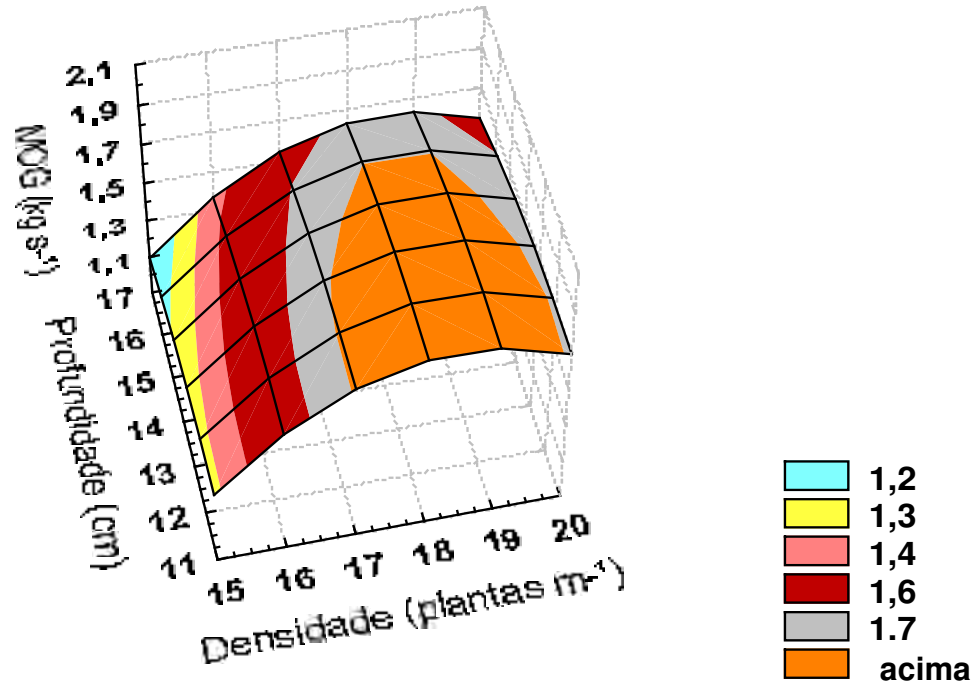
Analisando a interação para o fluxo de MOG na Figura 12, observa-se que na menor densidade de semeadura e profundidade, o fluxo de massa foi maior, o que na maior densidade foi observado na profundidade intermediária. Analisando a profundidade intermediária, a maior densidade apresentou maior produção de massa, provavelmente por ter maior densidade de semeadura na área.

Na menor densidade de semeadura, o maior fluxo ocorreu na menor profundidade, não havendo diferenças nas demais profundidades. Para a maior densidade de semeadura, o menor fluxo foi encontrado na maior profundidade de deposição do adubo, não diferindo nas outras profundidades. Na densidade de semeadura intermediária a variação na profundidade de deposição do adubo não afetou o fluxo de MOG.

Para a menor profundidade de deposição do adubo o fluxo não variou com o aumento na densidade de semeadura.

Observando a distribuição espacial, os maiores fluxos de MOG se encontram na área compreendida pelas menores profundidades e maiores

densidades de semeadura, indicando valores acima de $1,7 \text{ kg s}^{-1}$, valores esses bem maiores aos encontrados por FERREIRA (2006).

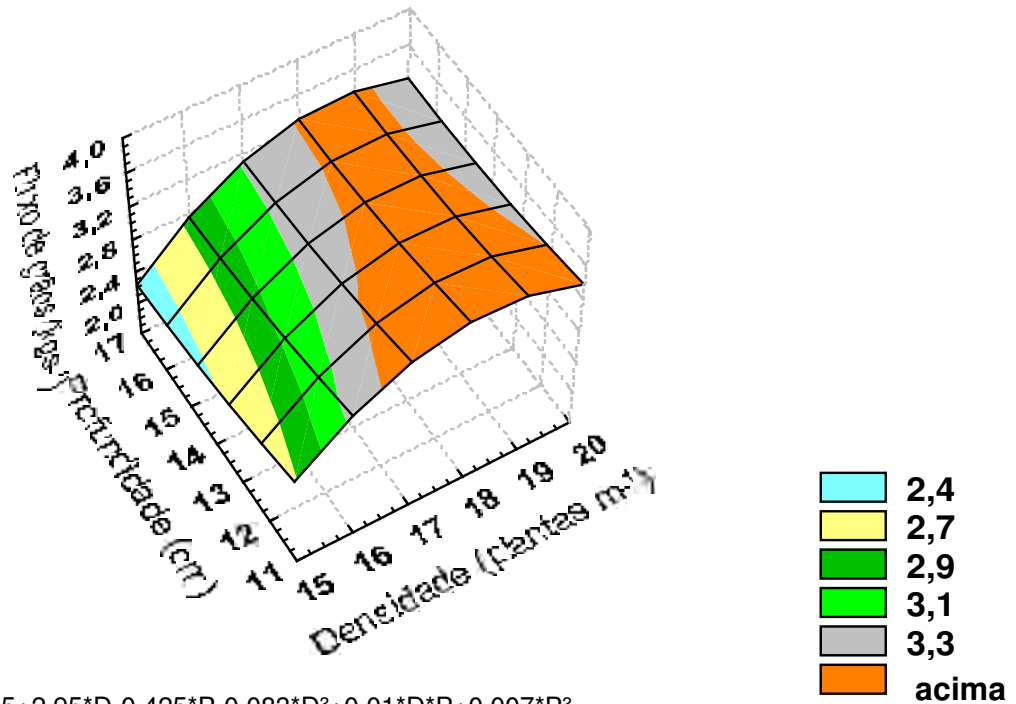


$$\varphi_{\text{MOG}} = -13,983 + 1,645 \cdot D + 0,108 \cdot P - 0,045 \cdot D^2 + 0,001 \cdot D \cdot P - 0,006 \cdot P^2$$

Figura 12. Fluxo de MOG na colhedora.

O fluxo de grãos apresentado na Figura 13, para a interação D x P, indica na menor densidade de semeadura e profundidade o maior fluxo de grãos, e na maior densidade de semeadura, os maiores fluxos de grãos, encontraram-se nas profundidades de 11 e 14 cm.

Analisando a superfície do gráfico da Figura 13 pode-se inferir que existe uma faixa de maiores valores de fluxo acima da densidade de semeadura de 17 plantas por metro, que abrange a profundidade de 11 cm, enquanto que nas profundidades de 14 e 17 cm, os maiores fluxos se encontram entre as densidades de semeadura de 18 e 19 plantas por metro. Os valores de fluxo de grãos desse experimento, estão acima dos encontrados por FERREIRA (2006) e GIRO (2005).

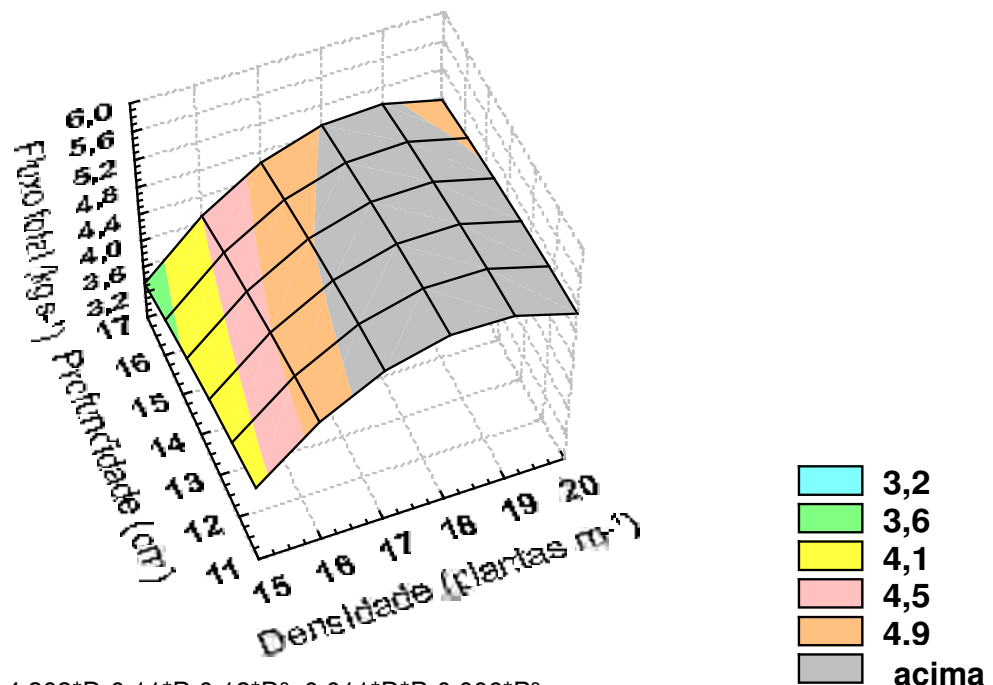


$$\varphi_G = -20,615 + 2,95 \cdot D - 0,425 \cdot P - 0,083 \cdot D^2 + 0,01 \cdot D \cdot P + 0,007 \cdot P^2$$

Figura 13. Fluxo de grãos na colhedora.

Na Figura 14 é apresentado o fluxo total na colhedora, que apresentou resultados que expressam maiores fluxos no intervalo entre as densidades de semeadura de 17 a 20 plantas por metro, que abrange as profundidades de deposição do adubo de 11 a 14 cm. A profundidade de deposição do adubo de 17 cm apresentou também maiores valores de fluxo total, no entanto ficou restrito ao intervalo de 18 a 19 plantas por metro.

Observando os resultados dos altos valores de fluxo total ($> 4,9 \text{ kg s}^{-1}$), pode-se confirmar que a quantidade de massa dentro da máquina foi elevado, quando comparado a FERREIRA (2006) que encontrou valores de $2,0 \text{ kg s}^{-1}$, essa diferença pode-se ser explicado pela grande quantidade de massa produzida por essa cultivar, já que foram diferentes. Outra explicação seria a grande presença de plantas daninhas que faz elevar significativamente a quantidade de material a compor o fluxo da colhedora (GIRO, 2005).



$$\phi T = -33,472 + 4,303 \cdot D - 0,11 \cdot P - 0,12 \cdot D^2 + 0,011 \cdot D \cdot P - 0,006 \cdot P^2$$

Figura 14. Fluxo total na colhedora.

Na Tabela 22 são apresentadas as perdas totais obtidas após a colheita mecanizada da soja, e essas não foram influenciadas pelos fatores densidades de semeadura e profundidade de deposição do adubo. As perdas foram altas se comparadas com o limite tolerável de 60 kg ha⁻¹ para a cultura da soja (MESQUITA et al., 2002). Uma das razões para esse fato é que a colhedora apresentava sistema radial de trilha e segundo MESQUITA et al. (2002), essas colhedoras apresentam maiores perdas do que as de sistema axial de trilha. Outro motivo seria a idade da colhedora, pois de acordo com SILVA et al. (2004) as colhedoras mais velhas apresentam maiores perdas. Observa-se que a porcentagem de perdas em relação a produção obtida não foi afetada pelos tratamentos. A incidência de plantas daninhas pode ter influenciado os valores de perdas acima do recomendado (GIRO, 2005).

Comparando os valores de perdas desse experimento com CAMPOS et al. (2006), observa-se grande diferença, pois os mesmos encontraram valores de 62 kg ha⁻¹ de perdas, a uma velocidade de 4 a 7 km.

Comparando os métodos de determinação das perdas, observa-se que o método do copo medidor foi superior em todos os tratamentos, apresentando perdas acima de 10%, como pode ser verificado pelo Erro de medida apresentado na Tabela 22.

Tabela 22. Síntese da análise de variância para perdas após a colheita.

Fatores	Perdas calculada		Copo medidor	Erro
	(kg ha ⁻¹)	(%)	(kg ha ⁻¹)	(%)
Densidade				
15	120 a	1,7 a	132 a	10,3
16	96 a	1,5 a	102 a	11,9
20	150 a	2,1 a	174 a	12,5
Profundidade (cm)				
11	132 a	2,0 a	144 a	10,8
14	132 a	1,8 a	150 a	13,7
17	102 a	1,5 a	120 a	10,0
Teste F				
Densidade (D)	2,3 ^{NS}	0,6 ^{NS}	2,7 ^{NS}	0,47 ^{NS}
Profundidade (P)	1,2 ^{NS}	1,8 ^{NS}	1,2 ^{NS}	1,46 ^{NS}
D x P	0,4 ^{NS}	1,5 ^{NS}	0,4 ^{NS}	0,74 ^{NS}
C.V. D	52,6	75,6	52,4	49,5
C.V. P	38,3	36,2	39,5	47,7

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem pelo Teste de Tukey.^{NS}: não significativo (P>0,05); *: significativo (P≤0,05); **: significativo (P≤0,01), C.V.: coeficiente de variação (%).

3. Parâmetros na planta

O número de dias para emergência que exprime a quantidade de dias que as plântulas demoraram a saírem do solo, resultou em valores de médios de 6,0 dias para emergência. O índice de emergência (sementes viáveis proposta na

regulagem/plantas emergidas) é um dos parâmetros para avaliar o conjunto dos dosadores-depositadores de sementes da semeadora-adubadora, indicando os melhores resultados na menor densidade de semeadura. A porcentagem de danos causados por animais que inibem o crescimento inicial das plântulas, foi de certa forma prejudicial, pois diminuiu o estande em 30% (Tabela 23).

Tabela 23. Síntese da análise de variância para número de dias para emergência (NDE), índice de emergência (IE) e porcentagem de danos (D).

Fatores	NDE	IE	D
		(%)	
Densidade			
15	6,0 a	97,2 a	28,3 a
16	6,3 a	83,8 a	33,1 a
20	6,2 a	81,6 a	29,5 a
Profundidade (cm)			
11	6,3 a	88,1 a	34,5 a
14	6,0 a	87,2 a	28,9 a
17	6,2 a	87,2 a	27,5 a
Teste F			
Densidade (D)	0,4 ^{NS}	2,6 ^{NS}	0,2 ^{NS}
Profundidade (P)	0,4 ^{NS}	0,1 ^{NS}	0,3 ^{NS}
D x P	0,4 ^{NS}	1,6 ^{NS}	0,6 ^{NS}
C.V. D	9,8	20,9	63,8
C.V. P	10,9	10,9	74,2

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem pelo Teste de Tukey.^{NS}: não significativo ($P>0,05$); *: significativo ($P\leq 0,05$); **: significativo ($P\leq 0,01$), C.V.: coeficiente de variação (%).

O índice de emergência é um parâmetro de eficiência da máquina em relação a quantidade de plantas proposta na regulagem, e mesmo não havendo diferença na análise, quando aumentou-se a densidade de semeadura, exigiu-se mais do sistema dosador, ocorrendo diminuição no IE de 16% em relação a menor densidade de semeadura. Os resultados do índice de emergência afirmam o que PORTELLA et al. (1997) comentam, de que as semeadoras-adubadoras dotadas de disco liso para corte da palhada, hastes sulcadora para adubo e disco duplo desencontrado para sementes apresentaram os melhores resultados para o índice de emergência. Os danos por determinados tipos de aves e insetos existem em

grande quantidade, e com o intuito de quantificar esse dano pode-se concluir que o mesmo é grave, pois os resultados médios ficaram entre 30% para todos os tratamentos.

O estande inicial, final e a porcentagem de plantas sobreviventes são apresentados na Tabela 24. O estande inicial pela regulagem da semeadora-adubadora teria que distribuir aproximadamente 15, 19 e 24 plantas por metro respectivamente para as D1, D2 e D3, o que não ocorreu, devido a possíveis falhas da semeadora-adubadora. Se considerar o índice de emergência, e acrescentar 19% para a densidade de 20 plantas por metro, obtêm-se o resultado esperado de plantas que foi proposto, considerando o índice de sobrevivência. Para a densidade de 15 e 16 plantas por metro observou-se uma redução de 1,8% e 15,7% na densidade de semeadura, respectivamente. Para a profundidade de deposição do adubo não se observa diferença entre os tratamentos na Tabela 24.

Tabela 24. Síntese da análise de variância para estande inicial (EI), final (EF) e a porcentagem de plantas sobreviventes (PS).

Fatores	Mil plantas ha ⁻¹		PS
	EI	EF	
Densidade			
15	323,9 b	246,3 b	77,3 a
16	353,5 ab	290,7 b	81,2 a
20	435,1 a	362,9 a	84,2 a
Profundidade (cm)			
11	370,2 a	244,4 a	80,8 a
14	368,4 a	311,1 a	83,7 a
17	373,9 a	296,3 a	79,3 a
Teste F			
Densidade (D)	6,8*	19,3*	0,3 ^{NS}
Profundidade (P)	0,1 ^{NS}	0,8 ^{NS}	0,7 ^{NS}
D x P	1,5 ^{NS}	1,8 ^{NS}	1,7 ^{NS}
C.V. D	20,6	15,6	28,6
C.V. P	11,1	12,5	13,9

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem pelo Teste de Tukey.^{NS}: não significativo (P>0,05); *: significativo (P≤0,05); **: significativo (P≤0,01), C.V.: coeficiente de variação (%).

O estande final de plantas diferiu apenas para a maior densidade de sementeira, indicando que com o aumento do estande inicial consegue-se obter densidades finais que são indicadas pelos departamentos técnicos de cada empresa de semente.

A porcentagem de sobreviventes não foi influenciada pelas densidades de sementeira, porém, segundo TOURINO et al. (2002) cita que a porcentagem de sobrevivência das plantas aumenta à medida que ocorre redução da densidade de sementeira, devido a competição intraespecífica das plantas.

Para a uniformidade da distribuição longitudinal (Tabela 25) observa-se que o espaçamento aceitável foi o único fator influenciado pelas densidades de sementeira, demonstrando que, à medida que se aumenta a densidade de sementeira, exige-se mais do mecanismo dosador (ANDERSSON, 2001). Os espaçamentos falhos e duplos não apresentaram diferença em relação às densidades de sementeira e à profundidade de deposição do adubo.

CORTEZ (2004), avaliando a semeadora-adubadora desse experimento na cultura da soja, obteve valores médios de 59%, 23% e 19% para distribuição longitudinal de plântulas nos espaçamentos aceitáveis, falhos e duplos, respectivamente, que não coincidem com os resultados desse experimento, devido à diferente velocidade trabalhada pelo autor ($> 4 \text{ km h}^{-1}$). Entretanto, OLIVEIRA et al. (2000), trabalhando em Latossolo Vermelho no SPD, não encontraram diferença para os espaçamentos aceitáveis, falhos e duplos.

OLIVEIRA et al. (2000), utilizando a classificação proposta por TOURINO & KLINGESNTEINER (1983), classificaram o desempenho da semeadora-adubadora em solo Podzólico como bom (75% a 90% de espaçamentos aceitáveis) na velocidade de 5 km h^{-1} , e regular (50% a 75% de espaçamentos aceitáveis) na velocidade de 7 km h^{-1} . Para MIALHE (1996), as semeadoras-adubadoras de discos verticais pneumáticos devem apresentar 90% de espaçamentos aceitáveis e coeficiente de variação de no máximo 30%, o que foi observado apenas para os espaçamentos aceitáveis nesse experimento.

No entanto, ANDERSSON (2001) cita que valores ótimos de coeficiente de variação na semeadura estão abaixo de 10%, valores de 10% a 30% são considerados regulares e acima de 30% valores ruins. O autor considera os coeficientes de variação como um índice da eficiência dos mecanismos dosadores. Quando ocorrem muitas falhas pode causar a diminuição da produtividade, enquanto que as plantas próximas (duplos) apresentam produtividade média próxima da ideal. Nesse contexto, a desuniformidade da distribuição pode reduzir em até 20% a produtividade.

Tabela 25. Síntese da análise de variância para espaçamentos aceitáveis, falhos e duplos.

Fatores	Aceitáveis	Falhos (%)	Duplos
Densidade			
15	73 a	18 a	9 a
16	62 ab	29 a	10 a
20	53 b	30 a	17 a
Profundidade (cm)			
11	63 a	26 a	10 a
14	67 a	22 a	10 a
17	57 a	28 a	14 a
Teste F			
Densidade (D)	9,7*	4,8 ^{NS}	2,8 ^{NS}
Profundidade (P)	0,9 ^{NS}	0,7 ^{NS}	0,6 ^{NS}
D x P	0,3 ^{NS}	0,7 ^{NS}	0,3 ^{NS}
C.V. D	18	41	75
C.V. P	28	45	89

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem pelo Teste de Tukey.^{NS}: não significativo ($P > 0,05$); *: significativo ($P \leq 0,05$); **: significativo ($P \leq 0,01$), C.V.: coeficiente de variação (%).

Na Figura 15 é apresentada a distribuição longitudinal de toda população em função dos espaçamentos aceitáveis, falhos e duplos, onde pode-se observar a grande variação da distribuição em toda a área do ensaio, lembrando que o padrão de distribuição é de 0,5 a 1,5 vezes o espaçamento recomendado.

Pode-se notar que na Figura 15a, para a menor densidade de semeadura, ocorre distribuição próxima da normal, enquanto que as demais (Figura 15b e 15c)

apresentam simetria a esquerda, com a presença de valores extremos para a quantidade de falhos, que podem diminuir a produtividade, conforme questionado por ANDERSSON (2001).

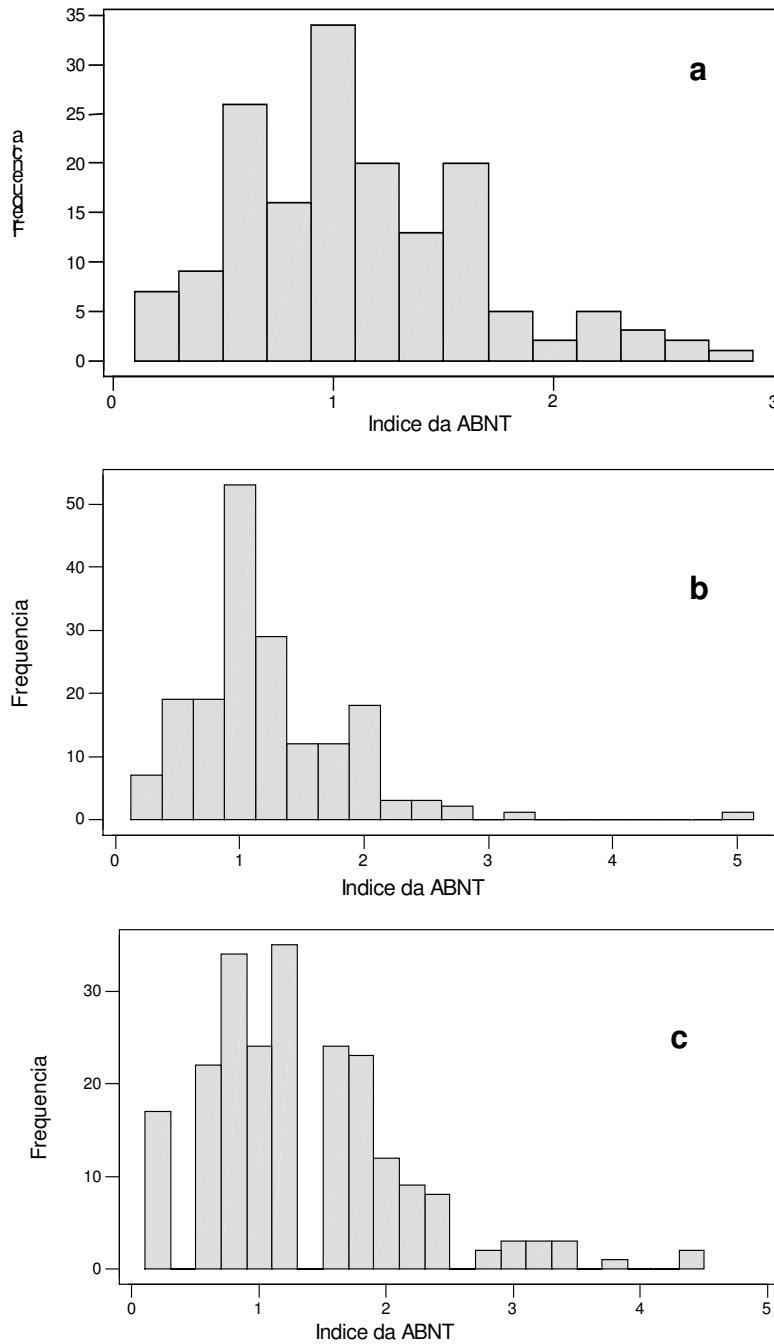


Figura 15. Distribuição longitudinal nas densidades de semeadura: D1 (a), D2 (b) e D3 (c).

SILVA et al. (2000) verificaram que o aumento da profundidade da haste sulcadora acarretou aumento no número de espaçamentos duplos, o que não se verificou estatisticamente neste experimento, porém ocorreu ligeiro aumento de duplos considerando-se os valores absolutos, com o aumento da profundidade de deposição do adubo.

Na Tabela 26 são apresentados os dados de altura de plantas e altura de inserção da primeira vagem. Não observou-se diferença significativa entre os tratamentos propostos, contrariando a afirmação de que o desenvolvimento das plantas pode ser modificado pela densidade de sementeira, de BALLARÉ et al. (1995), citam ainda que ocorre, e em parte, por mecanismos que usam informações sobre a luz do ambiente, por meio de fotosensores específicos.

TOURINO et al. (2002) constataram que, com o aumento da densidade de sementeira, as alturas foram menores, provavelmente em razão dessa altura ser uma característica genética. Entretanto, COSTA & TAVARES (1995) afirmaram que a densidade de sementeira menor acarreta em plantas mais baixas, com maior número de ramos e vagens próximas ao solo. Resultados similares ao deste experimento são apresentados por MARCHIORI et al. (1999). GARCIA (1979) cita que maiores valores de altura de plantas foram obtidos para cultivares mais tardios e na época da safrinha, esses resultados mostraram que a altura de inserção da primeira vagem e a altura final de plantas variaram de acordo com o ciclo de maturação dos cultivares, ou seja, com o aumento do ciclo de maturação ocorre maior altura final de planta e maior altura de inserção da primeira vagem, o que não foi observado

A inserção da primeira vagem não foi afetada pelos tratamentos. Esses resultados podem ser confrontados com os de CORTEZ et al. (2004) que trabalhando com a soja, variedade Vencedora, obtiveram média de 17 cm para a altura de inserção da primeira vagem, valores maiores do que nesse experimento, provavelmente por trabalhar com uma variedade de ciclo longo, ao passo que a desse experimento a variedade é do ciclo super-precoce.

Tabela 26. Síntese da análise de variância para altura de plantas e altura de inserção da primeira vagem (AIPV).

Fatores	Altura de plantas (cm)	AIPV (cm)
Densidade		
15	57,5 a	8 a
16	57,3 a	9 a
20	53,1 a	9 a
Profundidade (cm)		
11	55,5 a	9 a
14	55,8 a	9 a
17	56,5 a	9 a
Teste F		
Densidade (D)	2,1 ^{NS}	2,7 ^{NS}
Profundidade (P)	0,5 ^{NS}	1,7 ^{NS}
D x P	1,4 ^{NS}	0,9 ^{NS}
C.V. D	10,7	9,8
C.V. P	4,36	10,68

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem pelo Teste de Tukey.^{NS}: não significativo ($P>0,05$); *: significativo ($P\leq 0,05$); **: significativo ($P\leq 0,01$), C.V.: coeficiente de variação (%).

A baixa altura de inserção da primeira vagem é uma das dificuldades para se realizar a colheita mecanizada, pois assim a plataforma de corte deve trabalhar rente ao solo, o que acarreta no aumento das perdas.

Na Tabela 27 são apresentados os dados para número de vagens por planta, grãos por vagem, massa de 100 grãos e massa seca. Pode-se observar que os dois primeiros parâmetros não foram afetados pelos tratamentos, o que não era de se esperar, visto que, segundo BALLARÉ et al. (1995), quando se utilizam várias densidades de semeadura o desenvolvimento das mesmas é alterado.

Segundo RAMBO et al. (2003) o número de vagens é o componente do rendimento que mais sofre modificações pela utilização de práticas de manejo diferenciadas, como as densidades de semeadura, mesmo ocorrendo variações de 25%.

Segundo TOURINO et al. (2002) a variação da densidade de semeadura afetou significativamente o número de vagens por planta, mas não houve efeito significativo sobre o número de grãos por vagem. O número de vagens por planta

variou inversamente à variação da densidade de semeadura, ou seja, a redução da mesma provocou aumento no número de vagens por planta.

Nesse experimento não se verificou diferença quanto ao número de grãos por vagem, o que concorda com os resultados de RAMBO et al. (2003) e BOARD et al. (1990), que observaram número de grãos por vagem não afetado pelas densidades de semeadura, devido esse componente ser determinado no final do ciclo reprodutivo da soja. Assim, o número de grãos por vagem tem controle genético substancial e por isso tem pequena variação (COOPERATIVE..., 1994).

A massa de 100 grãos foi afetada pela ação conjunta da densidade de semeadura e da profundidade de deposição do adubo (Figura 16).

Para a massa seca o fator densidade de semeadura foi significativo, enquanto que a profundidade de deposição do adubo não influenciou os resultados; os fatores agiram de forma conjunta indicada pela interação D x P significativa.

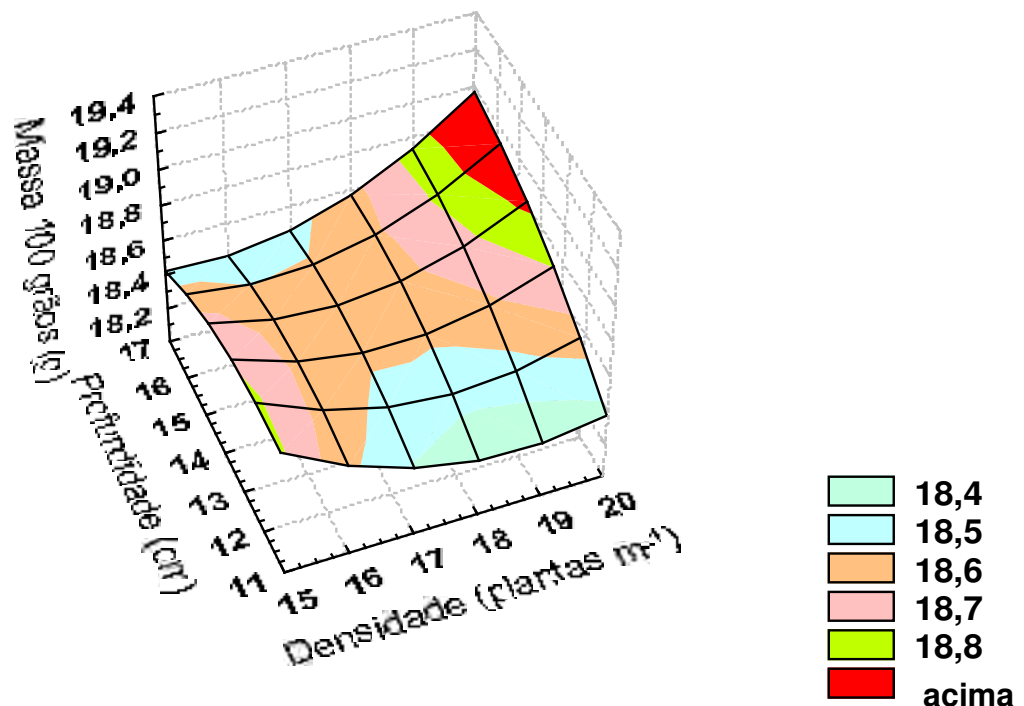
Tabela 27. Análise de variância para vagens por planta, grãos por vagem, massa de 100 grãos e massa seca.

Fatores	Vagens por planta	Grãos por vagem	Massa de 100 grãos (g)	MS (kg ha ⁻¹)
Densidade				
15	53 a	2,8 a	18,6	2.865
16	57 a	2,8 a	18,5	3.507
20	49 a	2,6 a	18,7	3.946
Profundidade (cm)				
11	57 a	2,7 a	18,6	3.585
14	50 a	2,7 a	18,7	3.519
17	51 a	2,8 a	18,6	3.215
Teste F				
Densidade (D)	1,0 ^{NS}	2,6 ^{NS}	0,1 ^{NS}	6,1*
Profundidade (P)	2,1 ^{NS}	1,2 ^{NS}	0,1 ^{NS}	2,4 ^{NS}
D x P	2,1 ^{NS}	1,4 ^{NS}	3,7*	6,5**
C.V. D	28,3	7,0	5,1	22,2
C.V. P	17,1	7,1	3,2	12,9

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem pelo Teste de Tukey.^{NS}: não significativo (P>0,05); *: significativo (P≤0,05); **: significativo (P≤0,01), C.V.: coeficiente de variação (%).

O desdobramento da interação D x P (Figura 16), para a massa de 100 grãos indica que apenas na maior densidade de semeadura, a maior profundidade acarretou nos maiores valores na massa de 100 grãos, sendo acima de 18,8 g.

Observando a Figura 16, vê-se que há concentração da maior parte dos valores em 18,6 g, que interage com todos os tratamentos. Nota-se que os menores valores encontram-se nas maiores densidades de semeadura e nas menores profundidades de deposição do adubo.

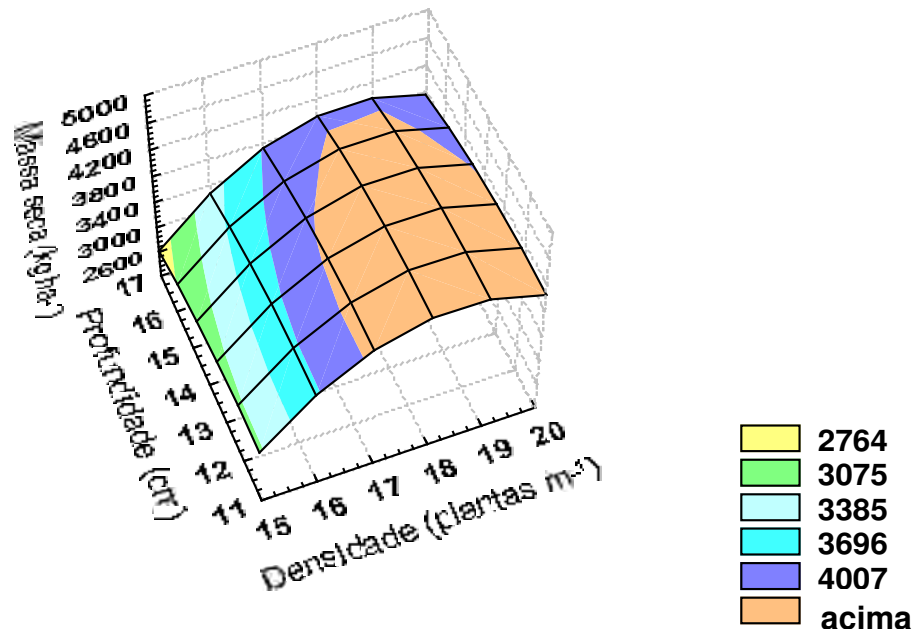


$$\text{Massa} = 32,117 - 1,447 \cdot D - 0,184 \cdot P + 0,03 \cdot D^2 + 0,03 \cdot D \cdot P - 0,011 \cdot P^2$$

Figura 16. Desdobramento para a massa de 100 grãos.

Na Figura 17 é apresentado o desdobramento da interação D x P para a massa seca (kg ha^{-1}), observa-se pelos resultados que a maior densidade de semeadura ocasionou a maior produção de massa seca na profundidade de 11 e 14 cm, enquanto que na menor densidade de semeadura a maior profundidade ocasionou a menor produção de massa seca.

Analisando a Figura 17, observa-se distribuição espacial bem característica, que indica o aumento da massa seca juntamente com o incremento na densidade de semeadura, e ocorrendo estabilização da maior quantidade de massa acima de 17 plantas por metro. A maior profundidade apresentou valores de massa até 4.007 kg ha⁻¹, enquanto que as demais profundidades conseguiram ajudar a produzir valores acima desse.



$$MS = -33030,6 + 3888,866 \cdot D + 239,981 \cdot P - 106,533 \cdot D^2 + 4 \cdot D \cdot P - 13,204 \cdot P^2$$

Figura 17. Desdobramento para a massa seca.

Na Tabela 28 são apresentados os dados da produtividade e observa-se que os fatores foram independentes e não influenciaram a mesma para a cultura da soja.

A produção encontrada, de 5.148 kg ha⁻¹, vem afirmar o que SUZUKI et al. (2005) dizem que as novas variedades de soja chegariam a produzir mais de 4.200 kg ha⁻¹.

A utilização de densidades de semeadura entre 15 e 20 plantas por metro não modificaram a produtividade, concordando com TOURINO et al. (2002) que verificaram que densidades de semeadura entre 10 e 15 plantas por metro comparadas com as maiores não modificam a produtividade, e ajudam a diminuir

os gastos com a compra da semente por ocasião da semeadura e que as menores populações compensam a produção pela maior quantidade de ramos laterais.

RAMBO et al. (2003) trabalhando com diferentes densidades de semeadura também não encontraram diferença entre as mesmas, obtendo média de 4.500 kg ha⁻¹ na produtividade da soja.

COPETTI (2003) afirma que a soja suporta variações de até 15% na densidade de semeadura sem alterar a produtividade, no entanto, variações de 25% ocorridas nesse experimento, também não alteraram a produtividade.

Tabela 28. Síntese da análise de variância para produtividade.

Fatores	Produtividade (kg ha ⁻¹)
Densidade	
15	5.208 a
16	5.502 a
20	4.728 a
Profundidade (cm)	
11	5.634 a
14	4.800 a
17	5.004 a
Teste F	
Densidade (D)	0,7 ^{NS}
Profundidade (P)	3,3 ^{NS}
D x P	2,3 ^{NS}
C.V. D	31,0
C.V. P	16,0

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem pelo Teste de Tukey.^{NS}: não significativo (P>0,05); *: significativo (P≤0,05); **: significativo (P≤0,01), C.V.: coeficiente de variação (%).

V. CONCLUSÕES

A porcentagem de cobertura vegetal no solo diminuiu após a operação de semeadura. A porosidade total do solo não variou em função dos tratamentos e mostrou-se adequada para um solo sob seis anos de plantio direto. A densidade do solo juntamente não foi afetada pela densidade de semeadura e profundidade de deposição do adubo e mostraram-se adequados para o estabelecimento da cultura da soja. A ação da haste sulcadora agiu na camada superficial diminuindo a resistência. Tanto a espessura da camada quanto o volume de solo mobilizado não foram afetados pela profundidade de deposição do adubo.

Os consumos de combustível e a patinagem dos rodados sofreram influência em relação às maiores profundidades de deposição do adubo, visto que as mesmas exigiram maior demanda. As perdas na colheita foram acima do limite tolerável, mas os fatores não agiram sobre ela.

O número de dias para emergência e o índice de não foram influenciados pelas densidades de semeadura e a profundidade de deposição do adubo. Os estandes inicial e final são afetados pelas densidades de semeadura.

Os espaçamentos aceitáveis apresentaram diferença nas densidades de semeadura enquanto que os espaçamentos falhos e duplos não sofreram efeito.

A altura de plantas, altura de inserção da primeira vagem, vagens por planta e grãos por vagem variaram em relação a densidade de semeadura e a profundidade de deposição do adubo. Enquanto que a massa de 100 grãos sofreu ação conjunta dos fatores.

A massa seca, o fluxo de MOG, de grãos e totais indicaram ação conjunta da densidade de semeadura e da profundidade de deposição do adubo, e de modo geral a maior densidade e a profundidade de 14 cm da ocasionaram os maiores fluxos.

A produtividade da soja foi semelhante na densidade de semeadura e na profundidade de deposição do adubo.

VI. REFERÊNCIAS

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (Rio de Janeiro, RJ). *Projeto de norma 04:015.06-004 - semeadoras de precisão: ensaio de laboratório - método de ensaio*. São Paulo, 1984. 26 p.

ANDERSSON, C. Avaliação técnica de semeadoras-adubadoras para plantio direto. *Plantio Direto*, Passo Fundo, n.66, p.28-32, 2001.

ASAE. Terminology and definitions for soil tillage and soil tool relationships. In:_____ *ASAE Standards 1982: standards engineering practices data*. St. Joseph, 1982, p. 229-241. (ASAE EP291.1)

ASAE. Agricultural tractor test code. In:_____. *ASAE standards 1989: standards engineering practices data*. San Joseph, 1989. p.44-48. (ASAE S209.5)

ASAE. Agricultural machinery management data. In:_____. *ASAE standards 1997: standards engineering practices data*. San Joseph, 1997. p.363-370.

ASAE. Agricultural machinery management data. In:_____. *ASAE standards 1999: standards engineering practices data*. San Joseph, 1999. p. 359 – 366. (ASAE D497.4 JAN98)

BALASTREIRE, L.A. *Máquinas Agrícolas*. Piracicaba: Luis Antonio Balastreire, 2004. 322p.

BALLARÉ, C.L.; SCOPEL, A.L.; SÁNCHEZ, R.A. Plant photomorphogenesis in canopies, crop growth, and yield. *Hort Science*, St. Joseph, v.30, n.6, p.1172-1181, 1995.

BEUTLER, A.N.; CENTURION, J.F. Compactação do solo no desenvolvimento radicular e na produtividade da soja. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.39, n.6, p.581-588, 2004.

BLEVINS, R. L. et al. . Changes in soil properties after 10 years continuous non-tilled and conventionally tilled corn. *Soil & Tillage Research*, Amsterdam, v. 3, p. 135-146, 1983.

BOARD, J.E.; HARVILLE, B.G.; SAXTON, A.M. Narrow-row seed-yield enhancement indeterminate soybean. *Agronomy Journal*, Madison, v.82, n.1, p.64-68, 1990.

BORTOLOTTI, V.C.; PINHEIRO NETO, R.; BORTOLOTTI, M.C. Demanda energética de uma semeadora-adubadora para soja sob diferentes velocidades de deslocamento e coberturas do solo. *Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, v.26, n.1, p.122-130, jan./abr. 2006.

BRITO, F.F. *Perdas quali-quantitativas na colheita mecanizada de soja*. 2006. 40f. Monografia (Graduação em Agronomia). UNESP, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2006.

CALEGARI, A. Alternativas de culturas para rotação em plantio direto. *Revista Plantio Direto*, Passo Fundo, n.80, p.62-70, 2004.

CAMILO, A.J.; FERNANDES, H.C.; MODOLO, A.J.; RESENDE, R.C.; Influência de mecanismos rompedores e velocidades de trabalho no desempenho de uma semeadora-adubadora de plantio direto do feijão. *Engenharia na Agricultura*, Viçosa, v.12, n.3, 203-211, jul/ago 2004.

CAMPOS, M.A.O.; SILVA, R.P.; CARVALHO FILHO, A.; MESQUITA, H.C.B.; ZABANI, S. Perdas na colheita mecanizada de soja no estado de minas gerais. *Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, v.25, n.1, p.207-213, 2005.

CARDOSO, F. P. *Plantio direto na palha*. São Paulo: Manah, 1998, 21p.

CARPENTER, A.C.; BOARD, J.E. Growth dynamic factors controlling soybean yield stability across plant populations. *Crop Science*, Madison, v.37, n.5, p.1520-1526, 1997.

CARVALHO FILHO, A.; CORTEZ, J.W.; SILVA, R.P.; ZAGO, M.S. Perdas na colheita mecanizada da soja no Triângulo Mineiro. *Nucleus*, Ituverava, v.3, n.1, p.57-60, 2005.

CARVALHO, R.G. *Plantio Direto*. 2004. 35f. Monografia (Graduação em Agronomia) Faculdades Associadas de Uberaba, FAZU. 2004.

CASÃO JÚNIOR, R. Máquinas: aperfeiçoamento da unidade de semeadura. *Plantio Direto*, Passo Fundo, v. 83, p. 39-42, 2004.

CEPIK, C.T.C.; LEVIEN, R.; TREIN, C.R. Patinagem do trator e demanda de tração em função da profundidade de atuação das hastes sulcadoras de adubo e doses de resíduos sobre o solo, na semeadura direta de milho. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, 32, 2003, Goiânia. *Anais...* Jaboticabal: SBEA, 2003. Cd rom.

CEPIK, C.T.C.; LEVIEN, R.; TREIN, C.R. Força de tração e volume de solo mobilizado por haste sulcadora em semeadura direta sobre campo nativo em função do teor de água no solo, profundidade e velocidade de operação. *Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, v.25, n.2, p.447-457, maio/ago. 2005.

COOPERATIVE EXTENSION SERVICE AMES. *How a soybean plant develops*. Ames : Iowa State University of Science and Technology, 1994. 20p.

COPETTI, E.. Plantadoras: Distribuição de sementes. *Cultivar Máquinas*, Pelotas, v.18, p.14-17, 2003.

CORTEZ, J.W. *Avaliação de semeadora-adubadora em coberturas, manejos e velocidades de semeadura na cultura da soja*. 2004. 62f. Monografia (Graduação em Agronomia) Faculdades Associadas de Uberaba, FAZU. 2004.

COSTA, N.P.; TAVARES, L.C.V. Fatores responsáveis pelos elevados percentuais de perdas de grãos durante a colheita mecânica da soja. *Informativo ABRATES*, Florianópolis, v.5, n.1, p.17-25, abr. 1995.

DALLMEYER, A.U. Equipamentos: semeadura. *Cultivar Máquinas*, Pelotas, n.2, p.6-9, 2001.

DERPSCH, R. Histórico, importância e outras recomendações sobre plantio direto no Brasil. In: TORNADO, P. V.; ALOISI, R. R. *Plantio Direto no Brasil*. Campinas: Fundação Cargill, 1984. p.1-12.

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

EDMOND, J.B., DRAPALA, W.L. The effects of temperature, sand and soil acetone on germination of okra seed. *Proceedings of American Society Horticulture Science*, Alexandria, v.71, p.428-34, 1958.

EMBRAPA.. *Manual de métodos de análise do solo*. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisas de Solos, 1997. 212p.

EMBRAPA.. *Sistema Brasileiro de Classificação de Solos*. Brasília: Centro Nacional de Pesquisas de Solos, 1999. 412p.

ETHREDGE, W.J.; ASHLEY, D.A; WOODRUFF, J.M. Row spacing and plant population effects on yield components of soybean. *Agronomy Journal*, Madison, v.81, p.947-951, 1989.

FAGANELLO, A.; SATTLER, A.; PORTELLA, J.A. Eficiência de semeadoras na emergência de plântulas de milho (*Zea mays*) sob Sistema Plantio Direto. *Plantio Direto*, Passo Fundo, p.29-30, 1999.

FERREIRA, I.C. *Perdas quantitativas na colheita de soja (Glycine max (L.) Merrill) em função da velocidade de deslocamento e de regulagens no sistema de trilha*. 2006. 35f. Monografia (Graduação em Agronomia). UNESP, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2006.

FERRERAS, L.A.; COSTA, J.L.; GARCIA, F.O.; PECORARI, C. effect of no-tillage on some soil physical properties of a structural degraded petrocalcic paleudoll of the southern "pampa" of argentina. *Soil & Tillage Research*, Amsterdam, v.54, p.31-39, 2000.

FREDDI, O.S. *Variabilidade espacial da produtividade do feijão (Phaseolus vulgaris L.) e de atributos químicos de um Latossolo Vermelho distroférico de Selvíria (MS) sob preparo convencional e plantio direto*. 2003. 154f. Dissertação (Agronomia – Sistema de Produção). UNESP, Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, 2003.

FURLANI, C.E.A. *Efeito do preparo do solo e do manejo da cobertura de inverno na produtividade da cultura do feijoeiro (Phaseolus vulgaris L.)*. 2000. 218f. Tese (Doutorado em Agronomia – Energia na Agricultura), Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2000.

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 de cobertura. *Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, v. 23, n.3, p. 579-587, set/dez. 2003.

FURLANI, C.E.A.; GAMERO, C.A.; LEVIEN, R.; LOPES, A.; LEVIEN, R.P. Desempenho operacional de uma semeadora-adubadora de precisão em função do preparo do solo e do manejo da cobertura de inverno. *Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, v.24, n.2, p.388-395, maio/ago. 2004.

FURLANI, C.E.A.; SILVA, R.P.; LOPES, A.; CORTINHAS NETO, A.; REIS, G.N. Efeito do passo da helicóide e da carga no reservatório na distribuição de adubo. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, 34, 2005, Canoas. *Anais...* Jaboticabal: SBEA, 2005. Cd rom.

GADANHA JUNIOR, C.D.; MOLIN, J.P.; COELHO, J.L.D.; UAHN, C.H.; TOMIMORI, S.M.A. *Máquinas e implementos agrícolas do Brasil*. São Paulo: Instituto de Pesquisa do Estado de São Paulo, 1991, 468p.

GAMERO, C.A., BENEZ, S.H. Avaliação da condição do solo após a operação de preparo. In: SILVEIRA, G.M. *IV Ciclo de estudos sobre mecanização agrícola*. Jundiaí: Fundação Cargill. 1990. p.12-21.

GAMERO, C.A.; SIQUEIRA, R.; LEVIEN, R.; SILVA, S.L. Decomposição da aveia preta (*Avena strigosa* Schre.) manejada com rolo faca e triturador de palhas. In:

CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 26, 1997, Campina Grande. *Anais...* Campina Grande: SBEA, 1997. 1 Cd-Rom.

GARCIA, A. *Estudo do índice de colheita e de outras características agronômicas de dez cultivares de soja (Glycine max (L.) Merrill) e de suas correlações com a produção de grãos, em duas épocas de semeadura.* 1979. 76p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa, 1979.

GASSEN, D.N. Manejo: problemas com semeadura sob plantio direto. *Plantio Direto*, Passo Fundo, v.84, p.51-52, 2004.

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

GIRO, G. *Influência do manejo de culturas de cobertura nas perdas quantitativas da colheita mecanizada de soja (Glycine max (L.) Merrill).* 2004. 38f. Monografia (Graduação em Agronomia) UNESP, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2004.

GROTTA, D.C.C. *Desempenho de um trator agrícola em operação de gradagem utilizando biodiesel etílico filtrado de óleo residual como combustível.* 44f. 2003. Dissertação (Mestrado – Ciência do Solo), UNESP, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2003.

HERZOG, R.L.; LEVIEN, R.; TREIN, C.R. Produtividade de soja em semeadura direta influenciada por profundidade do sulcador de adubo e doses de resíduo em sistema irrigado e não irrigado. *Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, v.24, n.3, p.771-780, set/dez. 2004.

KURACHI, S. A. H.; COSTA, J.A.S.; BERNARDI, J.A.; COELHO, J.L.D.; SILVEIRA, G.M.. Avaliação tecnológica de semeadoras e/ou adubadoras: tratamento e dados de ensaios e regularidade de distribuição longitudinal de sementes. *Bragantia*, Campinas, v.48, n.2, 1989. p.249-262.

LANÇAS, K.P.; UPADHYAYA, S.K. Pneus radiais para tratores. Guia para seleção correta da pressão de inflação. *Energia na Agricultura*, FCA/UNESP, Botucatu, 1997. 33p. Boletim Técnico nº 1.

LAFLEN, J.M.; AMEMIYA, M. HINTZ, E.A. Measuring crop residue cover. *Journal of Soil and Water Conservation*, Ankeny, v.36, n.6, 1981. p. 341-343.

LANDERS, N. J. Fascículo de experiências de plantio direto no cerrado. In: _____. *Associação de plantio direto no cerrado: cerrado produtivo, agricultura sustentável Brasil para sempre*. Goiânia: APDC, 1994. p.17-195.

LANDERS, J. N.; FREITAS, P. L. de; PIMENTEL, M. S. . É preciso vender a imagem do plantio direto a sociedade: a valoração dos impactos ambientais fora da fazenda é a chave. In: Encontro Nacional de Plantio Direto na Palha, 8, 2002, Águas de Lindóia. *Anais... Águas de Lindóia: Federação Brasileira de Plantio Direto na palha*, 2002. p.41-50.

LIPIEC, J.; HAKANSSON, I.; TARKIEWICZ, S.; KOSSOWSKI, J.;. Soil physical properties and growth of spring barley related to the degree of compactness of two soils. *Soil & tillage Research*, Amsterdam, v.19, p.307-317, 1991.

LOPES, A. *Biodiesel em trator agrícola: desempenho e opacidade*. 2006. 158f. Tese (Livre-Docência em Mecanização) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2006.

LOPES, A.; FURLANI, C.E.A., SILVA, R.P. Desenvolvimento de um protótipo para medição do consumo de combustível em tratores. *Revista Brasileira de Agroinformática*, Lavras, v.5, n.1, p.24-31, 2003.

LOPES, A.; LANÇAS, K.P. Avaliação da patinação de um trator agrícola em função do tipo de pneu, da lastragem e da velocidade de deslocamento em um solo argiloso. *Energia na Agricultura*, Botucatu, vol. 15, n.2, p.63-74, 2000.

LOPES, A. S. Calagem adequada nos solos ácidos. In: _____. *Guia das melhores técnicas agrícolas*. São Paulo: Ectadora Agy, 1996. p.11-20.

MARCHIORI, L.F.S.; CAMARA, G.M.S.; PEIXOTO, C.P.; MARTINS, M.C. Desempenho vegetativo de cultivares de soja (*Glycine max* L. (Merril)) em épocas normal e safrinha. *Scientia Agrícola*, Piracicaba, v. 56, n.2, p.383-390, 1999.

MARQUES, J.P.; BENEZ, S.H. Manejo da vegetação espontânea para a implantação da cultura do milho (*Zea mays* L.) em plantio direto e preparo convencional do solo. *Energia na Agricultura*, Botucatu, v. 15, n.1, p.13-26, 2000.

MERTEN, G. H.; FERNANDES, F. F. Manejo do solo e baixa aptidão. In: DAROLT, M. R. (Coord.). *Plantio Direto: pequena propriedade sustentável*. Londrina: IAPAR, 1998. p.1-17. (IAPAR – Circular, 101)

MESQUITA. C.M.; COSTA, N.P.; PEREIRA, J.E.; MAURINA, A.C.; ANDRADE, J.G.M. Caracterização da colheita mecanizada da soja no Paraná. *Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, v.21, n.2, p.197-205, 2001

MESQUITA. C.M.; COSTA, N.P.; PEREIRA, J.E.; MAURINA, A.C.; ANDRADE, J.G.M. Perfil da colheita mecânica da soja no Brasil: safra 1998/1999. *Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, v.22, n.3, p.398-406, 2002.

MESQUITA, C.M.; HANNA, M.A. Soybean threshing mechanics: I. Frictional rubbing by flat belts. *Transactions of ASAE*, St. Joseph, v.36, n.2, p.275-279, 1993.

MIALHE, L. G. *Máquinas Agrícolas: ensaios e certificações*. Piracicaba: FEALQ, 1996. 722p.

MODOLO, A.J.; FILHO, A.G.; SILVA, S.L.; GNOATTO, E.; SILVEIRA, J.C.M. Profundidade do sulco e área de solo mobilizada em função do número de linhas de semeadura. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, 32, 2003, Goiânia. *Anais...* Jaboticabal: SBEA, 2003. Cd-rom.

MORÃES, M.H.; BENEZ, S.H. Efeitos de diferentes sistemas de preparo do solo em algumas propriedades físicas de uma Terra Roxa Estruturada e na produção de milho para um ano de cultivo. *Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, v.16, n.2, p.31-41, dez, 1996.

MORRISON JR., J.E. Interactive planter depth control and pneumatic down pressure system. *Transactions of the ASAE*, San Joseph, v. 31, p.19-23, 1998.

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.

MUZILLI, O.; BORGES, G. O.; MIRANDA, M. A sustentabilidade agrícola e o plantio direto. In: PEIXOTO, R.T.G.; AHRENS, D.C.; SAMAHA, M.J. *Plantio direto: o caminho para uma agricultura sustentável*. Ponta Grossa: Instituto Agrônomo do Paraná, 1997. p.48-49.

NAGAOKA, A. K.; NOMURA, R. H. C. Tratores: semeadura. *Cultivar Máquinas*, Pelotas, n. 18, p.24-26, 2003.

OLIVEIRA, M.L.; VIEIRA, L.B.; MANTOVANI, E.C.; SOUZA, C.M.; DIAS, G.P. Desempenho de uma semeadora-adubadora para plantio direto, em dois solos com diferentes tipos de cobertura vegetal. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.35, n.7, p.1455-1463, 2000.

PINHEIRO NETO, R. Colhedoras: regulagem. *Cultivar Máquinas*, Pelotas, v.33, p 18-20, 2004.

PINHEIRO, P. Máquinas: diminuição de perdas na colheita. *Plantio Direto*, Passo Fundo, v.82. , p.18-19, 2004.

PIRES, J.L.; COSTA, J.A.; THOMAS, A. L. Rendimento de grãos de soja influenciado pelo arranjo de plantas e níveis de adubação. *Pesquisa Agropecuária Gaúcha*, Porto Alegre, v.4, n.2, p.183-188, 1998.

PORTELLA, J. A.; SATTTLER, A.; FAGANELLO, A. Desempenho de elementos rompedores de solo sobre o índice de emergência de soja e de milho em plantio direto no sul do Brasil. *Engenharia na Agricultura*, Viçosa, v.5, n.3, p.209-217,1997.

PORTELLA, J. A.; FAGANELLO, A.; SATTTLER, A. Máquinas e implementos para Plantio Direto. In: EMBRAPA. *Plantio direto no Brasil*. Passo Fundo: Aldeia Norte, 1993. p.29-36.

POTAFOS. *Como a planta de soja se desenvolve*. Piracicaba: Potafós, 1997. 21p. (Arquivo do Agrônomo, nº 11)

PRADO, R.M. NATALE, W. FURLANI, C.E.A. *Manejo mecanizado de atividades para a implantação de culturas*. Jaboticabal: SBEA, 2002. 99p.

RAIJ, B.V.; SILVA, N.M.; BATAGLIA, O.C.; GUAGGIO, J.A.; HIROGE, R.; CANTARELLA, H.; BELLINAZZI JÚNIOR, R.; DECHEN, A.R.; TRANI, P.E. *Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo*. Campinas: IAC, 1985. 107p.

RAMBO, L.; COSTA, J.A.; PIRES, J.L.F.; PARCIANELLO, G.; FERREIRA, F.G. Rendimento de grãos da soja em função do arranjo de plantas. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.33, n.3, 2003.

RUBIN, S. de A.L. Comportamento da cultivar "FEPAGRO-RS 10" em seis densidades de semeadura ano planalto médio riograndense. In: Reunião de Pesquisa de Soja da Região Sul, 25, 1997, Passo Fundo, RS. *Anais...* Passo Fundo : EMBRAPA, 1997. p.187.

SALTON, J. C.; HERNANI, L. C.; FONTES, C. L. *Sistema de Plantio Direto: o produtor pergunta a Embrapa responde*. Brasília: EMBRAPA-SPI, 1998. 248p.

SATURNINO, H.M. Evolução do Plantio direto e as perspectivas nos cerrados. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, v.22, n. 208, p.5-12, 2001.

SATTLER, A. Escolha de semeadoras e a importância dos elementos rompedores em Plantio Direto. In: Conferência Anual de Plantio Direto, 1, Passo Fundo, 1996. *Anais...* Passo Fundo: Aldeia Norte, 1996. p.13-16.

SCHULTZ, A.L. Manual do Plantio Direto. In: _____. *Manual do Plantio Direto: técnicas e perspectivas*. 2.ed. Porto Alegre: SAGRA, 1987. p.19-117.

SILVA, R.P., CAMPOS, M.A.O., MESQUITA, H.C.B., ZABANI, S. Perdas na colheita mecanizada de milho no Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba – MG. *FAZU em Revista*, Uberaba, n.1, p.3-10, 2004.

SILVA, J.G.; KLUTHCOUSKI, J.; SILVEIRA, P.M. Desempenho de uma semeadora-adubadora no estabelecimento e na produtividade da cultura do milho sob plantio direto. *Scientia Agricola*, Piracicaba, v.57, n.1, P.7-12, 2000.

SIQUEIRA, R., OLIVEIRA, M.F.B., CASÃO JÚNIOR, R., RALISCH, R., ARAÚJO, A.G. Demanda energética do solo por hastes sulcadoras de semeadoras-adubadoras de plantio direto. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, 29, 2000, Fortaleza. *Anais...* Jaboticabal: SBEA, 2000. Cd-rom.

STOLF, R.; FERNANDES, J. ; FURLANI NETO, V. . Penetrômetro de impacto – modelo IAA/Planalsucar – STOLF. *STAB*, Piracicaba, v1, n. 3, p.18-23,1983.

STOLF, R. Teoria e teste experimental de formulas de transformação dos dados de penetrômetro de impacto em resistência do solo. *Revista Brasileira de Ciência do solo*, Campinas, v15, p.229-235, 1991.

SUZUKI, L.E.A.S. *Compactação do solo e sua influência nas propriedades físicas do solo e crescimento e rendimento de culturas*. 2005. 151f. Dissertação (Mestrado – Ciência do Solo), Universidade Federal de Santa Maria, 2005.

SUZUKI, S.; YUYAMA, M.M.; CAMACHO, S.A. *Boletim de Pesquisa de Soja 2005*. Rondonópolis: Fundação Mato Grosso, 2005. 230p.

TOURINO, M.C.C.; REZENDE, P.M.; SALVADOR, N. Espaçamento, densidade e uniformidade de semeadura na produtividade e características agronômicas da soja. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.37, n.8, 2002.

TOURINO, M.C.; KLINGENSTEINER, P. Ensaio e avaliação de semeadoras-adubadoras. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 13., 1983, Rio de Janeiro. *Anais...* Rio de Janeiro : UFRRJ, 1983. v.2, p.103-116.

VOSS, M. Os microrganismos e as alterações nos espaços do solo pelo sistema de preparo do solo. *Revista Plantio Direto*, Passo Fundo, n.55, p.24-26, 2000.

APÊNDICE

Apêndice 1. Dados coletados de plantas daninhas

Porcentagem de plantas daninhas nas parcelas do experimento 09/06/2005.

Parcela	a	b	c	d	e	f	g	h	i
1-2	15	25	15	7,5	12,5	7,5	5	5	10
3-4	10	12,5	15	5	35	5	5	5	10
5-6	15	15	12,5	7,5	25	5	5	5	12,5
7-8	7,5	22,5	25	7,5	10	12,5	5	0	10
9-10	22,5	22,5	10	7,5	15	7,5	5	5	10
11-12	27,5	25	7,5	7,5	10	7,5	5	5	10
13-14	20	30	10	5	10	7,5	5	5	10
15-16	12,5	22,5	10	5	15	20	5	5	10
17-18	20	12,5	7,5	10	17,5	15	5	5	12,5
19-20	20	30	5	5	12,5	10	10	5	10
21-22	15	25	10	5	17,5	12,5	5	5	10
23-24	37,5	7,5	7,5	7,5	22,5	5	5	0	10

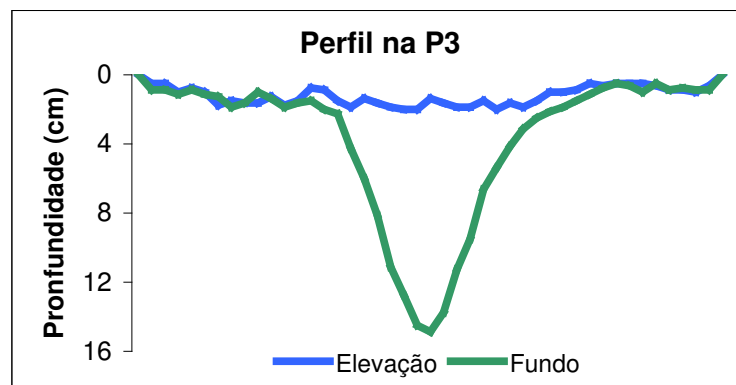
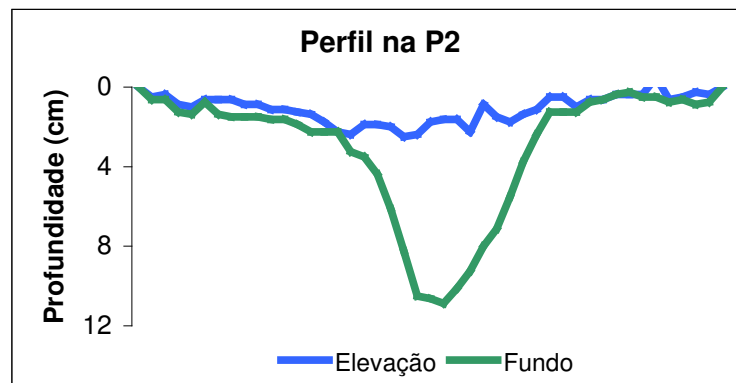
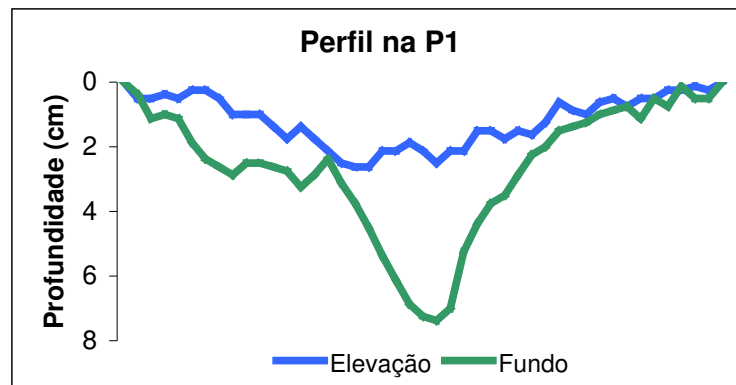
Plantas daninhas: (a) apaga-fogo, (b) Nabiça, (c) Capim-amargoso, (d) Vapim-carrapicho, (e) Trapoeraba, (f) Losna-branca, (g) Picão Preto, (h) Caruru, (i) Outras: guanxuma, capim amargoso, maria pretinha, balãozinho, amendoim bravo, carrapicho de carneiro, anileira, erva de santa luzia, capim favorito, desmodium, cordão de frade, mentrasto, corda de viola

Porcentagem de plantas daninhas nas parcelas do experimento 07/11/2005.

Parcela	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	l
1-2	5	7,5	40	0	0	25	8,5	4	2,5	0	10
3-4	2	32,5	16,5	2	5	22,5	12,5	5	5	2	5,5
5-6	0	57,5	3,5	5	2	17,5	12,5	0	0	0	5,5
7-8	5	5	50	2	3	35	20	5	5	5	7,5
9-10	5	20	17,5	6	3	25	12,5	0	5	3,5	5
11-12	3	30	5	22,5	5	12,5	17,5	0	5	2	5
13-14	5	22,5	15	5	0	15	15	5	15	0	5
15-16	5	30	10	5	0	27,5	12,5	0	10	0	2,5
17-18	7,5	30	5	12,5	0	25	7,5	5	5	0	5
19-20	5	15	7,5	7,5	0	15	22,5	5	22,5	0	5
21-22	5	10	5	7,5	0	10	45	5	22,5	0	2,5
23-24	15	10	5	0	0	17,5	15	5	10	0	27,5

Plantas daninhas: (a) apaga-fogo, (b) Nabiça, (c) Capim-amargoso, (d) Vapim-carrapicho, (e) Trapoeraba, (f) Losna-branca, (g) Picão Preto, (h) Caruru, (i) Leiteira, (j) Guanxuma e (l) Outras: maria-pretinha, capim favorito, capim colônia, crotalária, milho remanescente, buva, carrapicho-beiço-de-boi, poaia-branca, corda de viola.

Apêndice 2. Perfis do solo: elevação e fundo.



Apêndice 3. Seqüência adotada no experimento

Dia 25/10/2005: Estaqueamento da área.

Dia 31/10/2005: Coleta das amostras de solo para fins de fertilidade.

Dia 01/11/2005: Coleta de dados de resistência à penetração.

Dia 03/11/2005: Aplicação de herbicida pós-emergente.

Dia 06/12/2005: Avaliação de cobertura vegetal.

Dia 12/12/2005: Semeadura da soja.

Dia 13/12/2005: Avaliação da cobertura vegetal.

Dia 13/12/2005: Avaliação da área mobilizada com perfilômetro.

Dia 21/12/2005: Aplicação de herbicida pós-emergente.

Dia 21/12/2005: Avaliação da distribuição longitudinal e fim da contagem do número de dias para emergência.

Dia 10/01/2006: Avaliação da cobertura vegetal.

Dia 10/01/2006: Aplicação de herbicida pós-emergente.

Dia 11/01/2006: Avaliação da resistência à penetração.

Dia 12/01/2006: Avaliação da densidade, umidade e porosidade total do solo.

Dia 20/01/2006: Aplicação de fungicida para controle da ferrugem asiática.

Dia 10/02/2006: Aplicação para doenças de final de ciclo e insetos (percevejos).

Dia 04/03/2006: Aplicação de fungicida para controle da ferrugem asiática.

Dia 20/03/2006: Avaliação da altura das plantas, estande final e inserção da primeira vagem.

Dia 04/04/2006: Avaliação da colheita pela coleta de dez plantas de cada subparcela.

Dia 15/04/2006: Avaliação de perdas na colheita tomadas pelo copo medidor e por massa, em um local aleatório da parcela.