



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
CÂMPUS DE JABOTICABAL
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS



**DESEMPENHO OPERACIONAL DE SEMEADORA-
ADUBADORA E PERDAS NA COLHEITA DO MILHO EM
SISTEMA PLANTIO DIRETO**

Danilo Cesar Checchio Grotta
Engenheiro Agrônomo

Jaboticabal - SP - Brasil

2008



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
CÂMPUS DE JABOTICABAL
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS



DESEMPENHO OPERACIONAL DE SEMEADORA- ADUBADORA E PERDAS NA COLHEITA DO MILHO EM SISTEMA PLANTIO DIRETO

Danilo Cesar Checchio Grotta

Orientador: Prof. Dr. Carlos Eduardo Angeli Furlani

Co-orientador: Prof. Dr. Rouverson Pereira da Silva

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

Jaboticabal - SP - Brasil
maio de 2008

G881d Grotta, Danilo Cesar Checchio
Desempenho operacional de semeadora-adubadora e perdas na
colheita do milho em sistema plantio direto / Danilo Cesar Checchio
Grotta. -- Jaboticabal, 2008
xiii, 93 f. : il. ; 28 cm

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de
Ciências Agrárias e Veterinárias, 2008
Orientador: Carlos Eduardo Angeli Furlani;
Co-orientador: Rouverson Pereira da Silva
Banca examinadora: Alberto Carvalho Filho, Wilson José Oliveira
de Souza, Afonso Lopes, Leandro Borges Lemos
Bibliografia

1. Perdas na colheita. 2. Força na barra de tração. 3. Consumo
de combustível. I. Título. II. Jaboticabal-Faculdade de Ciências
Agrárias e Veterinárias.

CDU 631.33:633.15

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

DANILO CESAR CHECCHIO GROTTA – Filho de Jose Pedro Grotta e Analia Maria Checchio Grotta, nasceu em Jaboticabal – SP, no dia 11 de novembro de 1977. Coursou o primeiro grau em Jaboticabal (SP). Em dezembro de 1994 concluiu o ensino médio na “E. E. P. S. G. Dr. Joaquim Batista” em Jaboticabal. Em março de 1997 iniciou o curso de Agronomia na Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – FCAV/UNESP, Campus de Jaboticabal obtendo o título de Engenheiro Agrônomo, em dezembro de 2001. Durante a graduação participou de atividades de iniciação científica com projetos na área de “Máquinas e Mecanização Agrícola”, assumiu monitoria da disciplina de “Mecanização Agrícola”. Em março de 2002 iniciou o curso de Mestrado em Agronomia no Departamento de Engenharia Rural, vinculado ao programa de Ciência do Solo da FCAV/UNESP de Jaboticabal, onde desempenhou estágio de docência junto à disciplina de Máquinas Agrícolas, participou de bancas de Trabalho de Graduação e co-orientou alunos do curso de Agronomia, adquirindo o título de Mestre em Agronomia em dezembro de 2003. Trabalhou como Engenheiro Agrônomo na Prefeitura Municipal de Taquaral – SP de dezembro de 2003 a maio de 2004. Em agosto de 2004 iniciou o curso de Doutorado em Agronomia no Departamento de Engenharia Rural, vinculado ao programa de Produção Vegetal da FCAV/UNESP de Jaboticabal, também participando de bancas de trabalhos de conclusão de curso, estágios curriculares e co-orientando alunos da Instituição, foi aprovado no exame geral de qualificação em setembro de 2007 e submeteu a defesa de tese doutorado em maio de 2008.

Meus pais,
José Pedro Grotta e Analia Maria Checchio Grotta
pelo amor, carinho, apoio e confiança.

Homenageio

À minha irmã Ana Carolina Checchio Grotta.

Ofereço

Aos meus avós paternos Lívio Grotta e Aparecida Silva Grotta
E aos meus avós maternos Conrado Checchio (*in memoriam*)
e Iracema Homem Checchio

Dedico

AGRADECIMENTOS

À Deus pela vida e chance de corrigir meus erros e diminuir meus defeitos, por meus pais e irmã maravilhosos e sagrados, por minha família e amigos fantásticos que me foram dados por Ele.

À FCAV/UNESP, em especial ao Departamento de Engenharia Rural pela oportunidade de realizar este trabalho e pela concessão de máquinas, equipamentos, funcionários e orientadores.

Aos amigos Prof. Dr. Carlos Eduardo Angeli Furlani, meu orientador, Prof. Dr. Rouverson Pereira da Silva, meu co-orientador, Prof. Dr. Afonso Lopes e Prof. Dr. João Antonio Galbiatti do Departamento de Engenharia Rural da FCAV – UNESP de Jaboticabal pelo incentivo, orientação e atenção prestados no decorrer do deste trabalho.

Ao Prof. Dr. Renato de Mello Prado do Departamento de Solos e Adubos e Prof. Dr. Leandro Borges Lemos do Departamento de Produção Vegetal Campus da FCAV/UNESP Jaboticabal pela colaboração prestada e pela amizade.

Aos funcionários do Departamento de Engenharia Rural da FCAV/UNESP, em especial, aos amigos Aparecido Alves, Valdecir Aparício, Sebastião Francisco da Silva e Edvaldo Ramos do Nascimento pelo apoio, dedicação e amizade durante minha permanência na Instituição e fora dela.

Aos amigos e colegas de curso Gustavo Naves dos Reis, Anderson de Toledo, Rubens André Tabile, Claudinei da Cruz, Onã da Silva Freddi, Cristian Duarte Leonel, Michelle Barbeiro da Cruz, Francine Perri Venturini, Edinan Augusto Borsatto, Adilson da Rocha Mello e Jorge Wilson Cortez pela amizade, apoio, incentivo e grandes momentos de alegria que me foram proporcionados.

Ao CNPq pela bolsa de pesquisa concedida.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pelo apoio financeiro na compra de insumos e material de pesquisa.

A COOPERCITRUS e a VALTRA do Brasil, pela parceria que resultou na disponibilidade do trator de teste.

À Fazenda de Ensino, Produção e Pesquisa da
FCAV/UNESP.

Enfim a todos àqueles que de uma forma ou outra
contribuíram para que minha jornada tenha obtido sucesso até aqui.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE TABELAS.....	xi
LISTA DE FIGURAS.....	xiii
LISTA DE EQUAÇÕES.....	xiv
RESUMO.....	1
SUMMARY.....	2
1 INTRODUÇÃO.....	3
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	5
2.1 Sistema Plantio Direto (SPD).....	5
2.2 Manejo da cobertura do solo.....	9
2.3 Culturas.....	12
2.4 Semeadura.....	14
2.5 Perdas na colheita.....	23
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	26
3.1 Área experimental.....	26
3.2 Caracterização do solo.....	27
3.3 Dados Climatológicos.....	27
3.4 Equipamentos e insumos agrícolas.....	28
3.5 Descrição dos tratamentos.....	33
3.6 Delineamento experimental.....	34
3.7 Instalação e condução do experimento.....	35
3.8 Cronograma de condução do experimento.....	36
3.9 Solo.....	38
3.9.1 Teor de água do solo.....	38
3.9.2 Profundidade média do sulco de semeadura.....	38
3.10 Culturas.....	38
3.10.1 Matéria seca das culturas de cobertura e da cultura do milho.....	38
3.10.2 teor de água dos grãos de milho.....	39
3.10.3 Distribuição longitudinal de plântulas do milho.....	39

3.10.4 Número médio de dias para emergência de plântulas de milho.....	40
3.10.5 Estandes inicial e final de plantas na cultura do milho.....	41
3.10.6 Índice de sobrevivência das plantas de milho.....	41
3.10.7 Altura de inserção da primeira espiga.....	42
3.10.8 Produtividade de grãos, massa de palha e sabugo.....	42
3.11 Máquinas.....	42
3.11.1 Sistema de aquisição de dados.....	42
3.11.2 Velocidade de deslocamento.....	43
3.11.3 Capacidade de campo operacional na semeadura do milho.....	44
3.11.4 Patinagem dos rodados do trator na operação de semeadura.....	44
3.11.5 Força média de tração na barra.....	45
3.11.6 Força de pico na barra de tração.....	45
3.11.7 Força média requerida por fileira de semeadura.....	46
3.11.8 Força de tração específica.....	46
3.11.9 Potência na barra de tração.....	46
3.11.10 Potência de pico na barra de tração.....	47
3.11.11 Potência por fileira de semeadura.....	47
3.11.12 Potência específica.....	47
3.11.13 Consumo de combustível.....	48
3.11.14 Consumo volumétrico.....	48
3.11.15 Consumo ponderal.....	49
3.11.16 Consumo específico.....	49
3.11.17 Consumo operacional.....	50
3.11.18 Fluxo de alimentação da colhedora.....	50
3.11.19 Perdas totais na colheita mecanizada do milho.....	52
3.12 Análise estatística dos dados.....	52
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	53
4.1 Avaliação do desenvolvimento das culturas de cobertura.....	53
4.2 Avaliações na cultura do milho.....	56
4.2.1 Número médio de dias para emergência.....	56

4.2.2 Estande inicial, final e porcentagem de sobrevivência.....	57
4.2.3 Número de plantas por metro na fileira de semeadura e distribuição longitudinal de plantas.....	57
4.2.4 Altura de inserção da primeira espiga.....	60
4.2.5 Produção de massa seca.....	62
4.2.6 Produtividade.....	62
4.3 Avaliações nas máquinas.....	63
4.3.1 Velocidade de deslocamento.....	63
4.3.2 Capacidade de campo operacional.....	63
4.3.3 Patinagem.....	65
4.3.4 Força na barra de tração.....	65
4.3.5 Potência na barra de tração.....	66
4.3.6 Consumo de combustível.....	
4.3.7 Fluxo de grãos, de MOG (material não grão), total e perdas totais.....	70
5 CONCLUSÕES.....	73
6 REFERÊNCIAS.....	74

LISTA DE TABELAS

Tabela	Página
1. Análise granulométrica simples do solo na camada de 0 – 0,20m.....	27
2. Análise química do solo nas camadas 0-0,10 e 0,11-0,20m.....	27
3. Descrição dos fatores e dos tratamentos estudados.....	34
4. Cronograma de atividades desenvolvidas para a execução do experimento.....	37
5. Síntese da análise de variância e do teste de médias para a variável produção de massa seca das culturas de inverno.....	54
6. Interação entre os fatores cultura de cobertura e manejo para a variável produção de massa seca das culturas de inverno ($t\ ha^{-1}$) aos 125 dias após semeadura.....	55
7. Síntese da análise de variância e do teste de médias para a variável decomposição da massa seca das culturas de inverno pós-manejo ($kg\ ha^{-1}$).....	56
8. Síntese da análise de variância e do teste de médias para as variáveis de número médio de dias para emergência (N.M.E), estande inicial (E.I.), estande final (E.F.) e porcentagem de sobrevivência (P.S.) para as plantas de milho.....	58
9. Síntese da análise de variância e do teste de médias para as variáveis de número de plantas por metro e distribuição longitudinal de plantas de milho.....	59
7. Interação entre os fatores cultura de cobertura e profundidade de deposição de adubo para a variável distribuição longitudinal falha das plantas de milho (%).....	60
11. Interação entre os fatores cultura de cobertura e profundidade de deposição de adubo para a variável distribuição longitudinal aceitável (%) para a cultura do milho.....	60

12. Síntese da análise de variância e do teste de médias para as variáveis de altura de inserção da primeira espiga (A.I.P.E.), produção de massa seca (P.M.S.) e produtividade de grãos (P.G.).....	61
13. Síntese da análise de variância e do teste de médias para as variáveis de velocidade média (V.M.), capacidade de campo operacional (C.C.O.) e patinagem (P.) durante a semeadura do milho.	64
14. Síntese da análise de variância e do teste de médias para as variáveis de força de tração média na barra, força de pico, força por fileira de semeadura e força específica medidas durante a implantação da cultura do milho.....	66
15. Síntese da análise de variância e do teste de médias para as variáveis de potência média, potência de pico, potência por fileira de semeadura e potência específica durante a semeadura do milho.....	67
16. Síntese da análise de variância e do teste de médias para as variáveis de consumo volumétrico, consumo operacional, consumo ponderal e consumo específico.....	69
17. Síntese da análise de variância e do teste de médias para as variáveis de fluxo de grãos, fluxo de MOG, fluxo total e perdas totais.....	70

LISTA DE FIGURAS

Figura	Página
1. Dados totais mensais (jan/2004 a jun/2005) de precipitação pluvial (mm) e médios de temperatura do ar (°C) na cidade de Jaboticabal.....	28
2. Trator utilizado no experimento.....	29
3. Colhedora utilizada no experimento.....	30
4. Semeadora-adubadora utilizada no experimento.....	31
5. Equipamentos utilizados no manejo da cultura de cobertura.....	32
6. Regulador da roda de controle de profundidade.....	35
7. Esquema da disposição dos tratamentos no campo.....	36
8. Valores de perdas na colheita de milho, obtido por vários autores.....	71

LISTA DE EQUAÇÕES

Equação	Página
1. Número médio de dias para emergência das plântulas.....	40
2. Índice de sobrevivência das plantas de milho.....	41
3. Capacidade de campo operacional na semeadura do milho.....	44
4. Patinagem dos rodados do trator na operação de semeadura.....	45
5. Força de tração específica.....	46
6. Potência na barra de tração.....	46
7. Potência específica.....	47
8. Equação de regressão densidade x temperatura do combustível.....	48
9. Consumo volumétrico.....	49
10. Consumo ponderal.....	49
11. Consumo específico.....	49
12. Consumo operacional ($L\ ha^{-1}$).....	50
13. Consumo operacional ($kg\ ha^{-1}$).....	50
14. Fluxo de alimentação total da colhedora.....	51
15. Fluxo de alimentação de palha da colhedora.....	51
16. Fluxo de alimentação de grãos da colhedora.....	51

DESEMPENHO OPERACIONAL DE SEMEADORA-ADUBADORA E PERDAS NA COLHEITA DO MILHO EM SISTEMA PLANTIO DIRETO

RESUMO - O objetivo buscado com o desenvolvimento do trabalho foi obter informações quanto às melhores alternativas para o sistema de semeadura direta em regiões com características semelhantes às de Jaboticabal/SP, na cultura do milho, em diferentes manejos de culturas de cobertura do solo. O experimento foi conduzido na área experimental do Laboratório de Máquinas e Mecanização Agrícola (LAMMA) da UNESP/Jaboticabal. Avaliou-se o desempenho do conjunto trator-semeadora-adubadora, o desenvolvimento de um híbrido simples de milho (DKB 390), e as perdas na colheita mecanizada em função de 2 culturas de cobertura crotalária (*Crotalaria juncea* L.) e mucuna preta (*Mucuna aterrina* L.), manejadas de 3 formas, sendo duas mecânicas (tritador de palhas e rolo-faca) e uma química (herbicida via pulverizador) com a cultura do milho semeada a 5 cm de profundidade e deposição de adubo em 3 profundidades (11, 14 e 17 cm) totalizando 18 tratamentos com 4 repetições com delineamento em blocos ao acaso, em esquema fatorial. Os resultados evidenciaram que a força de tração na barra foi menor nas profundidades 11 e 14 cm do sulcador de adubo, e o mesmo ocorreu para a força de tração na barra por fileira de semeadura, força de pico na barra de tração, potência na barra de tração, potência na barra por fileira de semeadura, consumos volumétrico e ponderal. O consumo específico foi maior na profundidade de 11 cm do sulcador de adubo. A distribuição longitudinal de plantas não foi influenciada pelos fatores. Os fatores cultura, manejo e profundidade não influenciaram as variáveis, fluxo de grãos, fluxo de material não grão, fluxo total e perdas totais. As perdas totais não foram influenciadas por nenhum dos fatores estudados.

Palavras-Chave: Perdas na colheita, força na barra de tração, consumo de combustível.

OPERATING PERFORMANCE OF SEEDER-FERTILIZER AND LOSSES IN THE MAIZE HARVEST IN NO-TILLAGE SYSTEM

SUMMARY - The objective sought with the development of the work was to obtain information on the best alternatives to the no-tillage system sowing in regions with similar characteristics to those of Jaboticabal / SP, in the corn crop in different management cultures of soil cover. The experiment was conducted in the experimental area of the Laboratory of Machinery and Agricultural Mechanization (LAMMA) of São Paulo University State. It was evaluated the performance of all tractor-seeder-fertilizer, the development of a simple hybrid maize (DKB 390), and losses in mechanized harvesting crops in function of 2 coverage cultures (*Crotalaria juncea* L.) and black mucuna (*Mucuna aterrina* L.), managed in 3 ways, two mechanical (crusher of straw and roll-knife) and a chemical (herbicide spray route) with the corn crop sown to 5 cm deep and deposition of fertilizer in 3 depths (11, 14 and 17 cm) totaling 18 treatments with 4 repetitions with design in randomized blocks in factorial plots. The results showed that the force of traction in the bar was lower at depths of 11 to 14 cm stem of fertilizer, and the same occurred for the traction force on the bar by row of sowing, the power peak in the bar of traction, potency on the traction bar, potency on the traction bar by the row of sowing, consumption volumetric and weight. The specific consumption was higher in the depth of 11 cm from steam of fertilizer. The longitudinal distribution of plants was not influenced by factors. The factors culture, management and depth did not influence the variables of grain flow, flow of material non-grain, total flow and total losses. The total losses were not affected by any of the factors studied.

Keywords: Losses in the harvest, power on the traction bar, fuel consumption.

1 INTRODUÇÃO

A grande extensão territorial do Brasil destaca a importância da agricultura, o que pode elevar o país no cenário mundial, porém, devido à utilização equivocada de algumas tecnologias tem prejudicado o desenvolvimento.

Para que haja um desenvolvimento sustentável, as necessidades do presente não devem comprometer a possibilidade das gerações futuras atenderem as suas próprias necessidades, assim, deve-se buscar um processo de transformação no qual a exploração dos recursos, a direção dos investimentos, a orientação do desenvolvimento tecnológico e a mudança institucional se harmonizem e reforcem o potencial presente e futuro, a fim de atender as necessidades e aspirações da humanidade.

Neste sentido, aparece no cenário o sistema plantio direto (SPD), bastante difundido e utilizado para produções no Brasil, o qual preconiza o cultivo em terreno não preparado previamente, com manutenção considerável de resíduos vegetais sobre a superfície, condição favorecida quando se adota um programa adequado de rotação de culturas. Em um SPD consolidado, a redução do número de operações agrícolas fica evidente, destacando-se basicamente eventuais aplicações de corretivos no solo e, para o ciclo de culturas anuais, as operações de semeadura e adubação, pulverização, colheita e dependendo do tipo de cobertura vegetal, alguma operação adicional de manejo desta.

A qualidade da semeadura depende, dentre vários fatores, de uma semeadora-adubadora apropriada para o tipo de solo, cobertura vegetal, velocidade de semeadura, e, principalmente da regulação correta da mesma no que diz respeito à adequada distribuição de fertilizantes e sementes em quantidade, posição e profundidade adequadas.

Se cuidados não forem tomados na última etapa do processo produtivo, a colheita, todo o cuidado tomado com manejo de palhada, semeadura, tratos culturais, entre outros, são em vão. Nesta fase, o ponto de colheita, condições

climáticas, regulagens da colhedora, perícia do operador entre outras, são fatores decisivos para o sucesso de todo processo produtivo, onde as perdas de grãos por um destes fatores citados devem ser minimizadas ao máximo.

O objetivo do trabalho foi verificar o desempenho do conjunto trator-semeadora adubadora na implantação, desenvolvimento e colheita da cultura do milho em SPD sob influência de 2 culturas de cobertura (mucuna cinza e crotalária juncea) a fim de obter informações quanto às melhores alternativas para o sistema em regiões com características semelhantes às de Jaboticabal/SP.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Sistema Plantio Direto (SPD)

Segundo Furlani (2000), na agricultura moderna preocupa-se cada vez mais com a conservação do solo que, em longo prazo, poderá apresentar maior lucratividade e, que sendo assim, sistemas que mantenham uma quantidade adequada de cobertura vegetal sobre o solo, principalmente durante os períodos mais críticos, poderão contribuir com isto.

Os sistemas de manejo do solo podem ser classificados como intensivo ou convencional (com arados e grades), mínimo ou reduzido e plantio direto, sendo os dois últimos considerados manejos conservacionistas. No sistema de preparo reduzido são utilizados basicamente equipamentos de hastes como escarificadores. No SPD, apesar da operação executada ser a semeadura, a Federação de Associações de Plantio Direto na Palha convencionou que a denominação do sistema como um todo seria Plantio Direto, cujo termo é de uso popular (DALMEYER, 2001). O autor relata que diversos equipamentos apóiam o sistema, podendo-se citar alguns como: trituradores, rolo-faca e pulverizadores.

De acordo com Skora Neto (2002) o plantio direto é um sistema de exploração agrícola caracterizado pelo não revolvimento do solo e uso de cobertura morta para proteção do mesmo, o qual melhora suas propriedades físicas, químicas e biológicas.

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).

Sendo assim, o SPD foi impulsionado com o aparecimento de herbicidas de contato (paraquat) na Inglaterra em 1956, entrando em fase experimental em várias partes do mundo. O primeiro agricultor a iniciar o sistema foi Harry Young em uma fazenda localizada em Herndon, Kentucky, Estados Unidos, em 1962, iniciando um

processo que mudaria os métodos tradicionais de semeadura no mundo (DERPSCH, 1984).

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

As técnicas de semeadura direta são complementos das atuais técnicas de conservação do solo, que envolvem menor mobilização e remoção da terra e maior quantidade de restos vegetais na superfície do solo, apresentando como vantagem a redução dos custos operacionais de mecanização, além de aspectos conservacionistas de alterações nas características físicas, químicas e biológicas do solo (NAGAOKA & NOMURA, 2003).

Blevins et al. (1983) em comparativo feito entre o SPD e o preparo convencional citam que o segundo tem maior efeito nocivo 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.

O SPD surgiu, entre outras coisas, para minimizar a erosão, controlando o escoamento superficial da água de chuva por meio de resíduos que reduzem a velocidade, proporcionando mais tempo para sua infiltração (CARDOSO, 1998), condicionando a redução dos impactos causados pelo sistema convencional (aração e gradagens) em geral proporcionados por 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 devido a diminuição da erosão superficial (LOPES, 1996 e VOSS, 2000).

Quanto à fertilidade do solo, Hernani & Salton (1997) concluíram que a monocultura ou sucessão contínua de apenas algumas culturas pode produzir desequilíbrios químicos no solo, causando a incidência de algumas espécies de

plantas daninhas, de pragas e doenças, e ainda interferir na fertilidade, nas características físicas e mecânicas do solo e conseqüentemente na produtividade das culturas. Os autores ressaltam ainda que os resíduos vegetais mantidos na superfície do solo protegem-no contra a radiação solar excessiva, impacto de gotas de chuva e evaporação, mantendo relativamente constantes a temperatura, o teor de água e a atividade microbiana nas camadas superficiais do solo. Possuem ainda efeito significativo e/ou alelopático sobre a emergência de espécies de plantas daninhas.

Calegari (1989) 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.

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

Segundo Merten & Fernandes (1998) o SPD é dependente da produção de biomassa, formada por resíduos de colheita, adubos verdes ou plantas daninhas. A cobertura vegetal deve permanecer na superfície do solo, sendo as plantas daninhas controladas por herbicidas, na qual sugere a substituição gradativa de processos mecânico-químicos (preparo convencional) por processos biológico-culturais (SPD) de manejo do solo ocorrendo maior eficiência econômica

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

De acordo com Ruedell (2001) as plantas daninhas têm sido o principal impedimento na adoção do SPD, para sua expansão e atualmente para manutenção do sistema em algumas regiões. O aumento no número de espécies não conhecidas, as falhas de controle a campo e o alto custo para realizá-los são os fatores mais comumente indicados pelos produtores e técnicos, como responsáveis pelo abandono do plantio direto.

Segundo Pitelli & Durigan (2001), o efeito físico da cobertura morta pode reduzir as chances de sobrevivência de plantas daninhas com pequenas quantidades de reserva nas sementes, as quais podem não ser suficientes para garantir a sobrevivência das mesmas no espaço percorrido, até que tenha acesso à luz e inicie o processo de fotossíntese.

Segundo Alvarenga et al. (2001) as plantas de cobertura devem oferecer pequena resistência aos componentes de corte das semeadoras-adubadoras de forma que a operação de semeadura subsequente seja realizada sem dificuldades operacionais, afirmaram ainda que a quantidade de 6 t.ha⁻¹ de resíduos é adequada ao sistema plantio direto, obtendo-se boa cobertura do solo. Porém, de acordo com os autores, dependendo da região, das condições edafoclimáticas e do tipo de planta, esta quantidade pode variar em função da dificuldade ou facilidade de produção de fitomassa e da taxa de decomposição. Os autores ainda afirmam que, nas regiões Sudeste, Centro-Oeste e parte da região Nordeste do Brasil, o clima caracteriza-se por possuir inverno seco, o que dificulta o estabelecimento de plantas neste período, ao passo que as condições climáticas no período primavera-verão propiciam alta taxa de decomposição de resíduos vegetais, constituindo-se um desafio para o SPD no que diz respeito à produção de massa de cobertura.

2.2 Manejo da cultura de cobertura do solo

A manutenção de resíduos na superfície do solo, provenientes de restos de culturas e/ou adubos verdes, é uma das formas de manejo que podem diminuir a erosão, impedindo, em sua fase inicial, a desagregação da estrutura do solo devido ao impacto das gotas de chuva. Para Miyasaka (1984), a formação de cobertura vegetal sobre o terreno, com finalidade de proteção superficial do solo, não precisa ser necessariamente pela introdução e cultivo de uma dada espécie, podendo-se utilizar a vegetação espontânea.

Os sistemas conservacionistas preconizam manter a superfície do solo coberta o máximo de tempo e que esta cobertura esteja distribuída o mais uniformemente possível. O manejo da vegetação tem por finalidade cortar ou reduzir o comprimento da mesma e fornecer condições adequadas para utilização de máquinas de preparo do solo e principalmente de semeadoras (FURLANI et al. 2003).

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

Alvarenga et al. (2001) salientaram que deve-se atentar para a uniformidade de distribuição de restecas e ao fato de que quanto menor o tamanho do fragmento do material, maior sua superfície de contato e conseqüentemente mais passível de

ataque dos microorganismos, aumentando assim a velocidade de decomposição do mesmo.

Gadanha Júnior et al. (1991) citaram 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.

O triturador de palhas é uma máquina destinada a proporcionar a redução do tamanho e a distribuição homogênea sobre a superfície, tanto de restos culturais quanto de adubos verdes. Sua principal aplicação é no sistema de semeadura direta, objetivando promover condições satisfatórias na superfície do solo, para que o mesmo possa receber adequadamente a semeadora-adubadora. Também tem por função cortar e ou triturar a massa com maior intensidade que a roçadora com boa uniformidade de distribuição (GADANHA JÚNIOR, 1991). Seu funcionamento se dá por meio de alta rotação de facas dispostas em um eixo horizontal paralelo ao solo, com altura de corte variando de 1 a 25 cm e largura de corte de 1,5 a 3,5 m. As facas são dobráveis, com rotação aproximada de 3000 rpm, que propicia uma trituração bastante eficiente de massa (FURLANI et al. 2003)

A energia consumida pelo triturador de palhas para processar materiais vegetais depende de uma gama de fatores, tais como: fluxo de alimentação (velocidade de deslocamento da máquina), tamanho dos fragmentos, velocidade das facas, largura de corte da máquina, ângulo e estado de corte das facas e das possíveis interações entre os mesmos (PERSSON, 1987).

Cepik et al., (2003) relataram que os resultados de sua 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. Essa superfície de contato com a banda de rodagem dos rodados motrizes dos tratores tem influência direta na patinagem, e segundo Lanças & Upadhyaya (1997), os principais fatores que

interferem na patinação são: desempenho de 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.

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

O rolo-faca, também conhecido como rolo picador, tem função de promover o pré-acamamento e o picamento de massas vegetais. O picamento deste material consiste em uma etapa preliminar à implantação de culturas em sistema de semeadura direta (GADANHA JÚNIOR et al., 1991). Este equipamento provoca o esmagamento de vasos condutores de seiva das plantas, resultando na morte e/ou impedimento da rebrota. É muito utilizado no manejo de restos culturais e adubos verdes (FURLANI et al., 2003).

Outra forma de manejo das coberturas de solo bastante utilizada é a química, ou seja, feita por meio da aplicação de herbicidas não seletivos, porém de alto custo. Alguns fatos a considerar são as perdas por volatilização e fotodecomposição do herbicida, devido ao bloqueio causado pelos resíduos sobre a superfície do solo. Contudo, o próprio resíduo auxilia no controle de plantas daninhas nos preparos conservacionistas (LOCKE & BRYSON, 1997).

Segundo Carvalho et al. (2003), os herbicidas utilizados para manejar as plantas daninhas antes da semeadura da cultura para formar a palhada, são muito

importantes no plantio direto, destacando-se os dessecantes sem efeito residual, como por exemplo, o glyphosate e o paraquat.

Marques et al. (1999) comparando diferentes métodos de manejo da vegetação espontânea concluiu que em se tratando de consumo de combustível e tempo, o manejo com herbicida foi o que apresentou os melhores resultados por apresentar a maior largura da faixa de trabalho (12 m), em comparação com rolo-faca (2 m), roçadora (1,50 m) e triturador de palhas (2,30 m). Porém, o autor comenta que o uso destes equipamentos de manejo mecânico em área de pousio promovem a homogeneização da cobertura do solo, beneficiando a pulverização.

2.3 Culturas

Mello Filho e Richetti (1997) relatam que a cultura do milho é de relevante importância em âmbito nacional sob o aspecto socioeconômico, caracterizando-se por sua importância agrônômica por sua utilização em sistemas de rotação de culturas, principalmente em agroecossistemas em que a soja é a cultura predominante. Estes autores citaram que o milho apresenta-se como uma alternativa econômica em programas de rotação de culturas no SPD por produzir alta quantidade de matéria seca em relação ao mínimo necessário para manutenção do sistema de 5 t.ha^{-1} , possuindo decomposição lenta devido sua grande relação carbono/nitrogênio, o que resulta em boa proteção do solo por períodos de tempo mais prolongados, ocorrendo uma relação de dependência entre o SPD e a cultura do milho, de acordo com Fancelli (2002), também pela quantidade de resíduos produzidos.

Devido ao potencial produtivo, composição química, e valor nutricional, o milho se torna um dos mais importantes cereais cultivados e consumidos em todo o mundo. Em função de suas inúmeras utilizações, seja na alimentação humana ou animal, este cereal apresenta um importante papel socioeconômico, além de ser uma indispensável matéria prima geradora de importantes e diversos complexos industriais (FANCELLI & DOURADO NETO, 2000).

Fancelli (2000) afirmou que a maximização da produção da cultura do milho depende, da população estabelecida em função da capacidade de suporte do meio e do sistema de produção, do índice e intensidade da área foliar fotossinteticamente ativa, da prolificidade do genótipo, da época de semeadura e da adequada distribuição espacial das plantas, entre outros fatores.

Dois fatores que influenciam de forma significativamente a produção do milho são, rotação de culturas e adubação verde, que permitem mudança na profundidade de ação das raízes, na liberação de ácidos orgânicos e enzimas para o meio, e aproveitamento de nutrientes residuais das culturas anteriores e cobertura do solo.

No caso de plantas para cobertura do solo e adubação verde, as culturas da mucuna e crotalária apresentam-se como boas opções para fornecimento de palhada, pois produzem grande quantidade de matéria verde por área, têm rápido estabelecimento, e competem bem com as plantas daninhas podendo desta forma serem usadas como adubo verde. A diferença entre elas é que a crotalária tem crescimento inicial rápido (ALCANTARA & BUFARAH, 1979).

Dentre as diversas leguminosas usadas para adubação verde, a crotalária é muito eficiente para produção de massa vegetal e também como fixadora de nitrogênio (SALGADO et al., 1982). A crotalária juncea pode fixar de 150 a 165 kg.ha⁻¹.ano⁻¹ de nitrogênio no solo, podendo chegar a 450 kg ha⁻¹ ano⁻¹ em certas ocasiões, produzindo de 10 a 15 toneladas de matéria seca, o que corresponde a 41 e 217 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e K₂O respectivamente. Aos 130 dias de idade pode apresentar raízes de profundidade de até 4,5 m, sendo que 79% de sua massa encontram-se nos primeiros 3,30 m (WUTKE, 1993).

A crotalária destaca-se pela produção de fitomassa (AMABILE, 1996). Conforme Santos & Campelo Júnior (2003) a produção média de crotalária no Estado do Mato Grosso gira em torno de 3.140 kg ha⁻¹. Garcia (2002) obteve produção de 6.871 kg ha⁻¹ de massa seca utilizando Crotalária spectabilis.

Perin et al., (2003) relataram produção de 9.300 kg ha⁻¹ e 0,327; 0,035 e 0,314 de nitrogênio, fósforo e potássio, respectivamente e citam que a crotalária foi capaz de incorporar ao solo 173 kg ha⁻¹ de nitrogênio.

Quando se trata de ciclagem de nutrientes, a crotalária juncea mostra-se eficiente para N, P, K e MG, e mucuna, ervilhaca, milho e feijão de porco chamam a atenção para o K. O último também interfere na ciclagem de Mg (FIORIN, 1999).

De acordo com Amabile (1996) a mucuna destaca-se pelo desenvolvimento sob condições de déficit hídrico e altas temperaturas. Em condições favoráveis de desenvolvimento tanto para mucuna como para crotalária, a primeira apresentou maior rendimento de fitomassa que a segunda, com produção média de 7.380 kg ha⁻¹ (SANTOS & CAMPELO JÚNIOR, 2003).

Um sistema utilizado em plantio direto é a mucuna preta semeada em linhas alternadas em associação com o milho (BULISANI & BRAGA, 1985). Segundo estes autores, esta leguminosa desenvolve-se vigorosamente no período de fevereiro a junho, promovendo completa cobertura do solo e produção considerada de fitomassa.

Arf (1992) analisando o efeito da época de semeadura da mucuna preta intercalada à cultura do milho observou que o consórcio não afetou a produtividade do milho, encontrando produção de massa seca de 7.000 kg ha⁻¹ em média. Segundo Garcia (2002), a produção de mucuna cinza foi de 11.610 kg ha⁻¹ e mucuna preta de 9.959 kg ha⁻¹.

2.4 Semeadura

A semeadora tem papel fundamental para o estabelecimento das culturas. No SPD, onde não ocorre o preparo do solo merece atenção especial, pois a distribuição uniforme de sementes e fertilizantes e o índice de emergência de plântulas são fatores que determinam qual o melhor conjunto para obter a maior produtividade (PORTELLA et al., 1998).

Em encontro realizado para debater o processo de semeadura direta, Cardoso (2001) relatou que produtores rurais revelaram que os maiores problemas em relação à semeadura direta relacionava-se a deficiência de germinação, estresse de plântulas, excessiva mobilização do solo e grande desgaste dos órgãos ativos das máquinas.

As semeadoras-adubadoras foram as máquinas que mais sofreram modificações para operarem no SPD, devido à necessidade de cortar a cobertura vegetal de superfície, a penetração do sulcador para abertura de um sulco estreito no solo não mobilizado e o fechamento deste sulco com solo e restos culturais. Para tanto, passaram a receber novos componentes de mobilização do solo, como por exemplo, discos de corte, hastes sulcadoras, discos duplos defasados, rodas controladoras de profundidade, discos ou rodas aterradoras e rodas compactadoras (SIQUEIRA et al., 2001).

As semeadoras utilizadas no SPD devem ser robustas e resistentes, apresentar eficiente capacidade operacional e demandar o menor uso de energia (LEVIEN et al., 2001).

No SPD, o desempenho da semeadora-adubadora, no que se refere ao corte dos restos culturais, à abertura do sulco e à deposição da semente e fertilizante em profundidades adequadas, merecem cuidados essenciais para evitar problemas na fase inicial da cultura (OLIVEIRA et al. 2000).

Na operação de semeadura os sulcos devem ser abertos com largura e profundidade mínimas, propiciando a maior economia possível de potência e, concomitantemente, garantir a adequada deposição de fertilizante e sementes e ainda o bom desenvolvimento das plantas. A abertura dos sulcos é feita por meio de sulcadores, dentre os quais os mais comumente utilizados são do tipo discos duplos defasados e hastes sulcadoras. O desempenho dos sulcadores é influenciada principalmente pelo seu projeto, pelas propriedades e características do solo, tais como textura, densidade, resistência do solo à penetração e ainda, pressão exercida pela semeadora-adubadora, quantidade de palha, profundidade e velocidade de deslocamento (SIQUEIRA e CASÃO JÚNIOR, 2004).

A semeadura adequada é aquela onde a diferença entre a quantidade de plantas possíveis de serem conseguidas e as emergidas é mínima, sendo o espaçamento entre as mesmas uniforme e o tempo necessário para todas emergirem seja o menor possível (MARONI et al., 2005).

Para se conseguir uma emergência e o desenvolvimento uniformes das culturas, é de fundamental importância que se execute uma semeadura precisa e eficiente. Em preparos conservacionistas, este conceito tem maior relevância, pois as condições de cobertura sobre a superfície do solo, de maneira geral, não são as mais favoráveis à semeadura quanto as observadas em preparos com elevada mobilização (JASA et al., 1992).

Anderson (2001) relatou que se a semeadora-adubadora não possuir precisão nos mecanismos dosadores de sementes e fertilizantes, a semeadura pode ser comprometida e ainda, que a uniformidade na distribuição de fertilizantes deve ser mantida, independentemente de variações nas engrenagens de regulagem, velocidade de deslocamento do conjunto e quantidade de produto no reservatório. Com esse objetivo, Furlani et al. (2005) avaliaram a carga no depósito de adubo e observaram que, com o reservatório cheio, ocorre maior distribuição de adubo, e à medida que o reservatório se esvazia, ocorre diminuição na quantidade de fertilizante aplicado.

Segundo Sattler, (1996), as semeadoras de SPD devem apresentar características especiais para efetuarem semeadura eficiente, mas a regulagem é o principal parâmetro que irá contribuir para a obtenção do bom desempenho do equipamento.

Para Portella et al. (1993) as semeadoras de SPD devem apresentar algumas características especiais para facilitar o corte da palha e o fluxo desta, para evitar embuchamentos. Algumas delas foram citadas por Carvalho (2004), como disco de corte com função de cortar os restos culturais e a haste sulcadora que deve ter espessura inferior a 2 cm e ângulo de ataque de 20 a 25 graus em relação à superfície do solo, podendo a haste ter formato reto, inclinado ou

parabólico. As características das hastes resultam em menor movimentação de solo e em menores esforços de tração e penetração.

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, sendo os valores obtidos 72,9 m² ha⁻¹ para a profundidade de 6 cm e 111,5 m² 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°, diferindo, estatisticamente, a maior profundidade da menor, para a área mobilizada de 121,8 m² ha⁻¹ e 72,2 m² 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, sendo o ideal fazer a semeadura com o sulco preparado mais profundamente e a semeadura mais superficial, com melhor acabamento pelas rodas compactadoras.

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

O desempenho operacional e energético das máquinas semeadoras-adubadoras normalmente é avaliado pela capacidade de campo efetiva, demanda de força de tração e de potência, consumo de combustível e patinagem das rodas motrizes (MAHL, 2006).

Conforme Araújo et al. (2001a), a velocidade de deslocamento e o tipo de mecanismo sulcador são fatores de suma importância para determinar o requerimento de potência do trator para executar a operação de semeadura, e, para determinados solos, Araújo et al. (2001b) afirmaram haver necessidade de utilizar hastes sulcadoras para romper a camada superficial, normalmente compactada, aumentando a exigência de esforço tratório.

Ao testar diferentes hastes sulcadoras de semeadoras-adubadoras para plantio direto em diferentes teores de água e profundidades de sulco, Siqueira et al. (2000) verificaram que a maior profundidade exigiu maiores força e potência e que o teor de água no solo não afetou o requerimento de potência.

A eficiência do mecanismo de distribuição de sementes é analisada pelos critérios: profundidade de distribuição de sementes, número de plântulas emergidas, espaçamento entre plântulas, patinagem das rodas motrizes do trator e de acionamento da distribuição das semeadoras, posicionamento semente-fertilizante, força de tração e potência exigida (BOWMAN, 1987).

Recomenda-se que o sulco seja o menor possível, porém com tamanho suficiente para adequada cobertura, contato das sementes com o solo e separação destas com o fertilizante. Outro aspecto importante no plantio direto em relação às sementes é a cobertura com palha do sulco de semeadura para evitar a perda de água do solo e o encrostamento superficial. O ideal seria que após a semeadura não fosse possível observar nenhum vestígio do sulco formado pela semeadora (SIQUEIRA et al., 2001).

Kurachi et al. (1986) relatam que as semeadoras-adubadoras fabricadas em diferentes tipos e modelos no mercado brasileiro devem ter sua eficiência avaliada por meio de dois parâmetros principais com relação a distribuição longitudinal de sementes, sendo eles a porcentagem de espaçamentos aceitáveis e o coeficiente de variação. Segundo Kurachi et al. (1989), estudos apontaram a uniformidade de distribuição longitudinal de sementes como uma das características que mais contribuem para a obtenção de um estande adequado de plantas e, conseqüentemente, de uma melhor produtividade.

Avaliando o efeito da velocidade de semeadura na cultura do milho, Fey e Santos (2000) observaram relação linear decrescente entre a velocidade de deslocamento e a população de plantas de milho, plantas com espiga, número de espigas por planta, espaçamentos normais entre plantas e produção de grãos de milho, indicando que com o aumento da velocidade de semeadura houve redução dos valores dos parâmetros citados. Andersson (2001) também observou redução na quantidade de sementes depositadas por metro de solo com o aumento da velocidade de semeadura.

Casão Júnior et al. (2000), ao avaliarem uma semeadora-adubadora dotada de haste sulcadora em solo argiloso, observaram redução da profundidade do suco de semeadura quando aumentaram a velocidade de deslocamento do conjunto trator-semeadora-adubadora de 4,5 para 8,0 km h⁻¹, tendo este acréscimo provocado aumento da área de solo mobilizado. No entanto, nestas faixas de velocidade obtiveram, respectivamente, 69 e 47% de espaçamentos normais entre plantas e valores de força específica média de tração de 283,2 e 334,5 N linha⁻¹ cm de profundidade⁻¹.

Durante a implantação da cultura do milho Silva et al. (2000) analisaram o desempenho de uma semeadora-adubadora quanto à uniformidade de espaçamentos entre sementes e consideraram excelente quando trabalharam a uma velocidade de deslocamento de 3,0 km h⁻¹; regular para as velocidades de 6,0 e 9,0 km h⁻¹, e, insatisfatória na velocidade de 11,2 km h⁻¹. Avaliando também a variação da profundidade de deposição de fertilizante (5 e 10 cm), puderam observar que a adubação realizada na profundidade de 10 cm, associada a velocidade de deslocamento de até 6 km h⁻¹, proporcionou maiores estandes de plantas, números de espigas por planta e rendimento de grãos de milho, notando que a profundidade média de semeadura não foi alterada pela variação de velocidade de deslocamento e profundidade de adubação.

A exigência de força de tração específica para semeadoras de fluxo contínuo varia de 0,50 a 1,55 kN por linha de semeadura em solo preparados, e de 1,67 a

1,82 kN em plantio direto, podendo variar em mais ou menos 25% (ASAE, 1999). Para semeadoras de precisão esta força varia de 1,10 a 2,00 kN (ASAE, 1996).

Segundo a ASAE (1999), 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

Durante a semeadura do milho com diferentes profundidades da haste sulcadora, utilizando-se de uma semeadora-adubadora com seis linhas, espaçadas de 0,45 m, Silva (2003) verificou que em solo argiloso, o consumo horário de combustível, a área de solo mobilizada e a demanda de força de tração aumentaram significativamente com o acréscimo da profundidade de trabalho das hastes. De outra forma, maiores porcentagens de cobertura vegetal do solo foram observadas quando as hastes sulcadoras atuaram mais superficialmente no solo.

Ao comparar a demanda energética exigida por hastes sulcadoras e por discos duplos defasados, utilizando a mesma configuração da máquina, Silva (2003) observou média de 308 N por linha de semeadura utilizando o sulcador tipo haste e 143 N para os discos duplos e afirmou que o uso do sulcador tipo haste a maiores profundidades só é justificado em caso de solos argilosos com camada superficial compactada.

Siqueira e Casão Júnior (2004) asseguram que em regiões com solos argilosos, o uso das hastes tem-se intensificado por ser uma alternativa para o rompimento de camada compactada na superfície do solo, camada esta que torna-se um fator de restrição para a adoção do SPD. Os autores afirmam ainda que as hastes das semeadoras-adubadoras foram projetadas para abrir sulcos de pequenas profundidades, ou seja, não são apropriadas para rompimento de camadas compactadas que estejam a profundidades superiores a 15 cm.

Collins e Fowler (1996) analisaram o efeito de nove sulcadores, em sua maioria com formato de haste, para semeadura direta, combinadas com cinco profundidades e três velocidades de deslocamento em quatro solos com diferentes texturas e teores de água, sobre a demanda de força de tração e puderam concluir

que tal força, em ambos os solos, sofreu acréscimo de 4% para cada km h^{-1} de aumento da velocidade de deslocamento; observaram que mesmo com texturas semelhantes, houve um aumento da ordem de 24% na demanda da de força de tração de solos de textura mais arenosa para solos de textura mais argilosa; a demanda de força de tração média entre todos os sulcadores aumentou em média 20% para o aumento de cada cm de profundidade na operação de semeadura.

Levien et al. (1999) encontraram valores de força de tração de 3,24 a 3,64 kN por linha de semeadura, não diferindo estatisticamente entre os tratamentos de preparo do solo (convencional, escarificação e semeadura direta). Os mesmos autores encontraram ainda que a necessidade de potência na barra para a operação de semeadura foi de 19,9 (26,5); 21,4 (28,5) e 23,7 (31,6) kW (cv) para os preparos do solo convencional, escarificação e no sistema de plantio direto, respectivamente. Casão Júnior et al. (2001), ao avaliarem dez semeadoras-adubadoras para plantio direto observaram que a força de tração máxima foi ao redor de 10% maior que a força média exigida na barra de tração, obtendo valores de força específica média de $200 \text{ N linha}^{-1} \text{ cm}$ de profundidade, alegando aumento de exigência de força e potência ao projeto de construção, número e área de contato das hastes sulcadoras.

Furlani et al. (2005) utilizando um trator de 73,6 kW (100 cv) no motor, tracionando uma semeadora-adubadora de 4 linhas de semeadura espaçadas de 90 cm observou que a exigência de força de tração na barra não sofreu influência de diferentes preparos de solo, obtendo valor médio de 13,4 kN. Ao avaliarem a demanda energética de uma semeadora-adubadora equipada com 6 linhas de semeadura com hastes sulcadores para adubo e discos duplos defasados para sementes, tracionada por um trator de 88,3 kW (120 cv) de potência no motor, em Nitossolo Vermelho distrófico na semeadura de milho, Mahl et al. (2004) observaram que a maior velocidade do conjunto proporcionou os maiores valores para a força de tração média na barra (8,64 kN), potência média na barra (19,51 kW) e capacidade de campo efetiva ($2,19 \text{ há h}^{-1}$) e o menor valor para o consumo de combustível operacional ($6,24 \text{ L há}^{-1}$). Notaram ainda que aumentando-se a

velocidade de 4,4 para 8,1 km h⁻¹, houve um aumento de 96% no requerimento de potência.

Silva (2000) obteve maior demanda de potência na maior velocidade estudada e constatou um aumento na demanda de potência em 67%, quando a velocidade aumentou de 5,2 para 8,4 km h⁻¹. O aumento da velocidade de 4,4 para 8,1 km h⁻¹ proporcionou um incremento de 86%, de 1,18 para 2,19 ha h⁻¹ na capacidade de campo efetiva, com a redução de 26%, de 8,43 para 6,24 L ha⁻¹ no consumo de combustível operacional. Resultados semelhantes foram encontrados por Mahl & Gamero (2003).

Cordeiro et al. (1988) avaliaram o consumo de combustível de diversos tratores na operação de semeadura durante quatro anos e obtiveram valor médio para um trator de 82,4 kW (110 cv) de potência no motor de 8,5 L h⁻¹.

Levien et al. (1999) obtiveram valores de consumo de 13,0; 12,9 e 12,3 L h⁻¹ para semeadura em Nitossolo Vermelho distrófico, preparado de forma convencional, reduzido (escarificação) e semeadura direta, respectivamente.

Ao aumentar a velocidade de deslocamento Oliveira (1997) observou aumento significativo no consumo de combustível, o qual não foi influenciado por diferentes coberturas vegetais do solo e, a demanda de potência foi maior em solo Podzólico em relação ao Latossolo

Furlani et al. (2004), avaliaram o desempenho de uma semeadora-adubadora com 6 linhas espaçadas de 550 mm, no sistema semeadura direta em função do preparo do solo na semeadura da cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) e, observaram valores de força de tração média na barra de 13,0 kN, pico de força na barra de tração de 16,1 kN e consumo horário de combustível de 11,4 L h⁻¹, para preparo convencional, os quais foram inferiores aos resultados proporcionados no preparo com escarificador, não diferindo dos resultados obtidos na semeadura direta, porém, o consumo de combustível operacional, em preparo convencional, obteve valor intermediário (7,6 L ha⁻¹), inferior ao preparo reduzido (9,3 L ha⁻¹) e superior à semeadura direta (7,1 L ha⁻¹).

2.5 Perdas na colheita

Segundo Silva et al. (2004), na colheita deve-se preocupar com as perdas ocasionadas devido ser esta a última etapa do processo de cultivo, sendo as perdas influenciadas por fatores relacionados à cultura em que se trabalha e pela colhedora.

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

As perdas podem ser de pré-colheita, caracterizadas por sementes livres (soltas) sobre o solo antes da operação da colheita. Portanto, na colheita executada após o prazo determinado, é de se esperar o aumento desta perda em razão de grãos e plantas caídas que não podem ser recuperadas pela plataforma de corte da colhedora. Em estudo sobre perdas, observou-se que com o aumento da umidade dos grãos e da palha que entram na colhedora, ocorreu aumento de perdas por parte da máquina na cultura de soja (PINHEIRO NETO, 1999). 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.

Silva et al. (2004) estudando as perdas na colheita mecanizada do milho e comparando a eficiência de colhedoras com diferentes anos de fabricação, concluíram que as colhedoras com idade de 0 a 5 anos, apresentaram perdas menores, máquinas com mais de 6 anos apresentaram perdas toleráveis, sendo que as que apresentavam sistema de trilha axial apresentaram menores perdas em relação àquelas que possuíam sistema de trilha radial.

Mesquita et al. (2001) não encontraram correlação entre as perdas na colheita de soja e a idade das colhedoras com até 15 anos, resultados estes que estão de acordo com Silva et al. (1998) e Silva et al. (1999), que também não

constataram nenhuma correlação direta entre a idade das máquinas e as perdas na colheita.

Segundo Portella (2003), o valor médio de perdas na colheita do milho por problemas mecânicos é de 10% sendo que, 66% dessas perdas se localizam na plataforma de corte.

Mello et al. (2006) trabalhou com três populações de plantas (55,6; 60,6 e 67,9 mil plantas ha^{-1}) na seqüência de um consórcio de crotalária e guandu, manejado com herbicida, rolo faca e roçadora, obtendo perdas na colheita mecanizada do milho de 26 kg ha^{-1} (0,3 %) que, segundo Mantovani (1989), não deve ultrapassar 10 %, pois inviabiliza a colheita mecânica.

Vallerio (2005) trabalhou com perdas na colheita de milho, semeado na seqüência de diferentes manejos das culturas de cobertura e não encontrou influência dos fatores sobre as perdas na colheita, fluxo de grãos, de material não grão (MOG) e total.

Borsatto et al. (2006) verificaram que, tipos de coberturas do solo e seus respectivos manejos, não influenciaram nas perdas na colheita e nos fluxos de grãos, MOG e total, na colheita de milho.

Sgarbi (2006) avaliou as perdas na colheita mecanizada de milho com duas umidades (17,5 e 14,4%) e três rotações do cilindro trilhador (500, 600 e 700 rpm) e verificou perda total de grãos de 1,2 % e 0,57 % para a maior e menor umidade respectivamente e não encontrou diferenças para as rotações dos cilindros, observando ainda que à medida que os grãos vão perdendo umidade na lavoura, o desempenho da colhedora é melhorado, tanto na plataforma quanto nos mecanismos internos (trilha e separação), o que concorda com os resultados encontrados por Portella (2003).

Boller et al. (1996) avaliando o efeito da regulação da colhedora sobre as perdas de grãos pelos mecanismos internos realizaram a colheita de milho com teor de água médio de 13,6 % variando a velocidade de deslocamento (3,0; 4,0 e 5,0 km h^{-1}) e as folgas entre cilindro e côncavo, sendo dianteiras de 13, 20 e 27 mm e traseiras de 7, 10 e 13,5 mm. Constataram interação significativa entre a

velocidade e folga nos cilindros e, com relação às perdas totais, o efeito da velocidade e folga, separadamente, foram significativos, tendo as menores velocidades e a folga de 10 mm apresentado as menores perdas.

Segundo Silva et al. (2004) a velocidade de deslocamento interferiu significativamente nas perdas de grãos de milho, quando as colhedoras trabalharam em velocidades entre 4,0 e 6,0 km h⁻¹ apresentando perdas superiores àquelas encontradas para máquinas com velocidades de deslocamento superiores a 7 km h⁻¹. Quanto ao sistema de trilha, foram encontradas diferenças significativas para as médias de grãos perdidos, com as colhedoras de fluxo axial apresentando menores perdas (21,6 kg ha⁻¹) quando comparadas com as máquinas de fluxo radial (77,4 kg ha⁻¹).

O aumento do fluxo de material não grão e de plantas daninhas aumenta as perdas da colhedora, segundo Giro (2004), apresentando regressão linear significativa, evidenciou ainda que as perdas aumentaram com o acréscimo do fluxo de MOG e de plantas daninhas. O autor constatou também que o fluxo de grãos foi influenciado pelo fator cobertura e, que este tratamento favoreceu o desenvolvimento e a produtividade da cultura ao reduzir o desenvolvimento das plantas daninhas emergentes. O fluxo total não sofreu influência dos tratamentos, concordando com Balastreire (1987) e Pinheiro Neto (1999), entretanto o fluxo total observado pelo último autor foi menor, sendo o valor desta diferença correspondente ao fluxo de plantas daninhas.

Mello et al. (2006) verificaram que os diferentes fluxos (de grãos, MOG e total) não sofreram influência dos manejos (herbicida, rolo-faca e roçadora) ou populações de plantas na semeadura (55,6; 60,6 e 67,9 mil plantas.ha⁻¹), resultados semelhantes aos encontrados por Vallerio (2005) e Borsatto et al. (2006).

3 MATERIAL E MÉTODOS¹

3.1 Área experimental

O presente trabalho foi conduzido no ano agrícola 2004/2005, em área do Laboratório de Máquinas e Mecanização Agrícola (LAMMA) do Departamento de Engenharia Rural da FCAV-UNESP/Jaboticabal localizada nas coordenadas geodésicas 21° 14' latitude Sul e 48° 16' longitude Oeste, com altitude média de 560 metros, declividade média de 4% e clima Aw de acordo com classificação de Köppen, ou seja, subtropical úmido com estiagem no período de inverno, com temperatura média de 23,4 °C.

A área experimental esteve em pousio nos anos de 1999 e 2000. No terreno foi realizado o manejo das plantas daninhas com uma roçadora e, posteriormente, o preparo convencional do solo com uma gradagem pesada e duas gradagens niveladoras. E em seguida, foi semeada a cultura do milheto (*Pennisetum* sp.) em março de 2001 com o intuito de formar palhada para a semeadura direta de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) realizada em outubro de 2001 e após a colheita da soja, em março de 2002 foram semeadas, também em plantio direto, as culturas da crotalária (*Crotalária juncea* L.) e mucuna cinza (*Stilozobium niveum* L.) e em novembro de 2002 a cultura do milho (*Zea mays* L.).

Em março de 2003 semeou-se milheto e sorgo para a formação de palhada. Em novembro de 2003 semeou-se soja, e em março de 2004 semeou-se as culturas da crotalária (*Crotalária juncea* L.) e mucuna preta (*Mucuna aterrina* L.). E em novembro de 2004 semeou-se a cultura do milho utilizando-se o híbrido simples DBK 390, a qual foi acompanhada neste experimento.

As parcelas experimentais vinham sendo manejadas da mesma forma desde 2001, ou seja, com três sistemas de manejo da cobertura vegetal: dois mecânicos (tritador de palhas (TR) e rolo-faca (RF)) e um químico (herbicida aplicado com pulverizador tratorizado de barras (HE)).

3.2 Caracterização do solo

O solo da área experimental é classificado como LATOSSOLO VERMELHO Eutroférico típico, A moderado, textura argilosa e relevo suave ondulado segundo o Sistema Nacional de Classificação de Solos (EMBRAPA, 1999). Na Tabela 1 são apresentados os resultados da distribuição granulométrica do solo na camada de 0 a 0,20 m de profundidade e, na Tabela 2 encontra-se a análise química do solo das camadas de 0-0,10 e 0,11-0,20m.

Tabela 1. Análise granulométrica simples do solo na camada de 0 – 0,20m.

Camada	Argila	Limo	Areia		Classe Textural
			Fina	Grossa	
g kg ⁻¹					
0 – 20	510	290	100	100	Argilosa

Tabela 2. Análise química do solo nas camadas 0-0,10 e 0,11-0,20m

Camadas	pH CaCl ₂	MO G dm ⁻³	P resina mg dm ⁻³	H+AL	K	Ca	Mg	SB	CTC	V%		
				Mmol _c dm ⁻³								
0-10	5,5	28	34	31	7,5	27	11	45,5	76,5	59		
11-20	5,2	23	17	38	2,5	20	6	28,5	66,5	43		

No dia da semeadura do milho, os teores de água do solo nas camadas de 0-10 e 11-20 cm de profundidade foram respectivamente de 24,35 e 26,54 g kg⁻¹, sendo retiradas 12 amostras aleatórias, obtidas com trado holandês.

3.3 Dados Climatológicos

Na Figura 1 estão apresentados os valores de precipitação pluvial e de temperatura média do ar no período em que desenvolveram-se as atividades de campo.

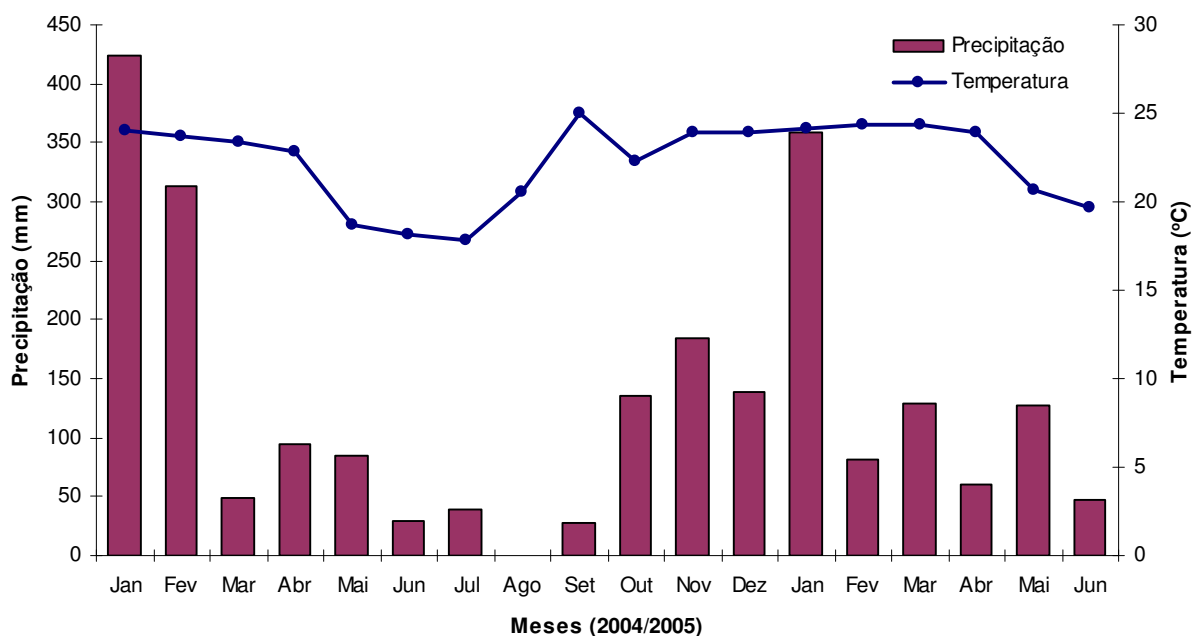


Figura 1. Dados totais mensais (jan/2004 a jun/2005) de precipitação pluvial (mm) e médios de temperatura do ar (°C) na cidade de Jaboticabal. Fonte: Departamento de Ciências Exatas da FCAV/UNESP².

3.4 Equipamentos e insumos agrícolas³

- Trator marca Massey Ferguson, modelo MF 620 (4x2 TDA), massa de 5.670 kg e potência no motor de 77,3 kW (105 cv) na operação de manejo das culturas de cobertura para acionar o triturador de palhas.

- Trator marca Massey Ferguson, modelo MF 275 (4x2), massa de 4.050 kg e potência no motor de 55,2 kW (75 cv) na operação de aplicação de herbicidas e defensivos agrícolas, com pulverizador montado e adubação de cobertura (uréia).

² Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da Universidade Estadual Paulista – Campus de Jaboticabal.

- Trator marca Valmet, modelo 118, (4x2 TDA), massa de 6.160 kg, com potência no motor de 82,4 kW (112 cv) na operação de manejo das culturas de cobertura, tracionando o rolo-facas.

- Trator instrumentado da marca Valtra, modelo BM 100 (4x2 TDA) com massa de 5.400 kg, com potência no motor de 73,6 kW (100 cv) (Figura 2): utilizado na operação de semeadura das culturas de cobertura e da cultura do milho;



Figura 2. Trator utilizado no experimento. Fonte: adaptada de Lopes (2006).

- Colhedora marca SLC (John Deere), modelo 1165, ano 1997/1998, com potência de 103 kW (140 cv), com plataforma de 3,80m de largura para 4 fileiras de milho, dotada de sistema de trilha radial (Figura 3). 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 1,12 kW (1,5 cv).



Figura 3. Colhedora utilizada no experimento. Fonte: LAMMA.

- Semeadora-adubadora de precisão para semeadura direta da marca Marchesan, modelo COP (Controle de Ondulação Permanente) Suprema, de arrasto, com mecanismo dosador de sementes do tipo pneumático (discos verticais com 32 orifícios), massa de 2070 kg, reservatório com capacidade para 1310 kg de fertilizante e 200 kg de sementes, equipada com quatro fileiras de semeadura espaçadas de 90 cm, discos de corte de vegetação de 18 polegadas de diâmetro, mecanismo distribuidor de fertilizante do tipo condutor helicoidal, mecanismos sulcadores para distribuição de sementes do tipo discos duplos defasados de 16

polegadas, mecanismos sulcadores para distribuição de adubo do tipo hastes com dimensões de 9 mm de espessura, largura de ponteira de 30 mm e ângulo (horizontal) de ataque ao solo de 20°, rodas compactadoras em “V”, rodados de acionamento com diâmetro de 0,76 m, utilizada para a implantação das culturas de cobertura e da cultura do milho;



Figura 4. Semeadora-adubadora utilizada no experimento. Fonte: LAMMA.

A semeadura do milho foi realizada à velocidade média de 4,2 km h⁻¹ (média), a 5,0 cm de profundidade, com os reservatórios de sementes e fertilizantes na capacidade máxima. No momento da implantação do experimento, a semeadora-adubadora contava com discos de corte de vegetação e sulcadores para fertilizantes, sendo este último, parte dos tratamentos estudados e por este motivo, descritos no item 3.2.2.

- Rolo-faca simples com 16 facas eqüidistantes a 0,19m, altura de lâmina de 0,10m, dispostas perifericamente, largura de corte real de 1,63 m e massa de 720 kg, construído pelo LAMMA (Figura 5a).

- Triturador de resíduos vegetais marca Jumil, modelo Trimax 2300 montado, rotor horizontal de 61 cm de diâmetro, largura de corte de 2,30 m, equipado com 32 pares de facas curvas oscilantes e reversíveis, sistema de regulagem de altura de corte e massa de 735 kg (Figura 5b).

- Pulverizador marca Jacto, modelo Condor PJ 600, montado, com massa de 195 kg, tanque com capacidade para 600 litros de calda, barra com 9 m de comprimento, equipada com 18 pontas tipo leque para aplicação de herbicida e pontas cônicas para aplicação de defensivos no milho espaçados de 0,5 m, tendo a pressão do manômetro ajustada para 30 libras: para dessecação das culturas de cobertura antes da implantação da cultura do milho; aplicação de defensivos com pontas tipo cone e pressão no manômetro de 45 libras (Figura 5c).



Figura 3. Equipamentos utilizados no manejo da cultura de cobertura: a) rolo faca; b) triturador de palhas; c) pulverizador. Fonte: LAMMA

- Cultivador/adubador marca Marchesan, modelo CPD, com dois reservatórios com capacidade para 50 kg cada;

Para a implantação do experimento utilizaram-se sementes de crotalária juncea, mucuna cinza e milho, com as seguintes quantidades e características :

- 25 kg ha⁻¹ de sementes de crotalária juncea com pureza de 98,5%, germinação de 76% e valor cultural de 74,6%.

- 60 kg ha⁻¹ de sementes de mucuna cinza com pureza de 98,3%, germinação de 81% e valor cultural de 79,6%.

- Sementes de milho DKB 390 (híbrido simples). Objetivando-se obter população final de 60.000 plantas de milho por hectare, regulou-se a semeadora-adubadora obedecendo as possibilidades de combinações de engrenagens e as recomendações agronômicas, para distribuir 5,65 sementes por metro, com espaçamento entre fileiras de 0,90m.

- 300 kg ha⁻¹ de fertilizante granulado na formulação 08-28-16 (N-P-K + micros) na semeadura da cultura do milho, de acordo com Van Raij et al. (1997).

- 200 kg ha⁻¹ de adubação de cobertura com uréia (45% de nitrogênio) em superfície.

- Herbicida de princípio ativo glyphosate na proporção de 6% do volume de calda para dessecação das culturas de cobertura (mucuna cinza e crotalária juncea), em área total antes da implantação das culturas de cobertura e em parcelas determinadas por sorteio, como parte dos tratamentos do experimento, 117 dias antes da implantação da cultura do milho.

- Herbicida atrazine e alachlor para o controle de planta daninhas em pós emergência da cultura do milho.

- Realizou-se o controle da lagarta do cartucho (*Spodoptera frugiperda*) logo que apareceram os primeiros sintomas de raspagem nas folhas em dois momentos, com 2 folhas verdadeiras e outra, 20 dias após, com piretróides e inseticidas fisiológicos.

3.5 Descrição dos tratamentos

Os tratamentos compostos das combinações dos fatores são apresentados na Tabela 3.

Tabela 3. Descrição dos fatores e dos tratamentos estudados.

FATORES	TRATAMENTOS	
M = Mucuna cinza	T1 = MRFP ₁	T10 = CRFP ₁
C = Crotalaria juncea	T2 = MRFP ₂	T11 = CRFP ₂
RF = Rolo-facas	T3 = MRFP ₃	T12 = CRFP ₃
TR = Triturador de vegetação	T4 = MTRP ₁	T13 = CTRP ₁
HE = Herbicida	T5 = MTRP ₂	T14 = CTRP ₂
P ₁ = Profundidade sulcador 0,11m	T6 = MTRP ₃	T15 = CTRP ₃
P ₂ = Profundidade sulcador 0,14m	T7 = MHEP ₁	T16 = CHEP ₁
P ₃ = Profundidade sulcador 0,17m	T8 = MHEP ₂	T17 = CHEP ₂
	T9 = MHEP ₃	T18 = CHEP ₃

3.6 Delineamento experimental

Empregou-se o delineamento em blocos casualizados com três fatores 2x3x3: duas culturas de cobertura vegetal (mucuna cinza e crotalaria juncea), três manejos das culturas de cobertura (rolo-faca, triturador de resíduos vegetais e herbicida) e três profundidades dos sulcadores para abertura de sulco de deposição de fertilizante (0,11; 0,14 e 0,17m) com quatro repetições. Assim, o experimento possuía 18 tratamentos e 72 unidades experimentais.

A variação da profundidade da haste sulcadora foi efetuada por meio da alteração da posição do regulador de profundidade, com a mudança de posição de dois parafusos localizados lateralmente às mesmas (Figura 6), espaçados de 3 cm, possibilitando assim as três profundidades de estudo (11, 14 e 17 cm de profundidade em relação à superfície do solo).



Figura 6. Regulador da roda de controle de profundidade.

Fonte: LAMMA

3.7 Instalação e condução do experimento

Cada unidade experimental possuía 225 m de comprimento e 12,0 m de largura (2.700 m^2), subdivididas em subparcelas de 300 m^2 (25 m de comprimento e 12,0 m de largura) espaçadas de 15 m para manobras e estabilização do conjunto trator-semeadora-adubadora que, por sua vez eram subdivididas em sub-subparcelas menores de 100 m^2 (25 m de comprimento e 4,0 m de largura). Na Figura 3 é apresentado o esquema da implantação do experimento no campo.

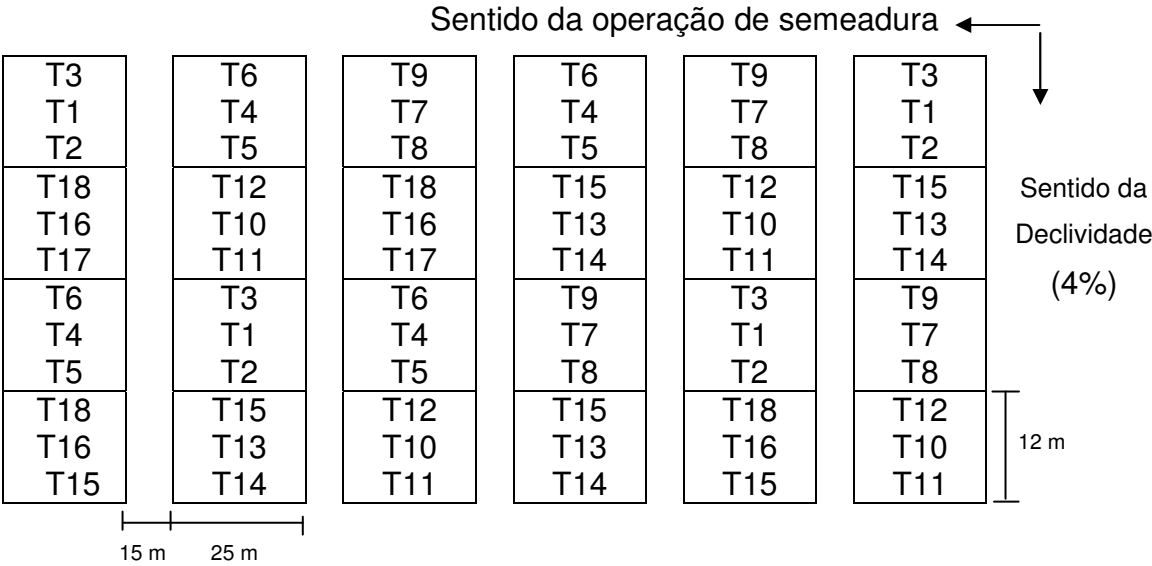


Figura 7. Esquema da disposição dos tratamentos no campo.

Áreas de amostragens foram definidas dentro de cada parcela experimental, sendo demarcados na região central 2 metros de duas fileiras centrais, em cuja área foram feitas avaliações de emergência, estandes inicial e final, espaçamento entre plantas, altura de inserção da primeira espiga e produtividade.

3.8 Cronograma de condução do experimento

A ordem cronológica de instalação e condução do experimento realizou-se na seguinte sequência cronológica (Tabela 4):

Tabela 4. Cronograma de atividades desenvolvidas para a execução do experimento

Data	Atividade
29/03/04	Dessecação total da área experimental
06/04/04	Semeadura das culturas de mucuna e crotalária
06/05/04	Amostragem de matéria seca da mucuna e crotalária aos 30 dias após semeadura.
15/06/04	Amostragem de matéria seca da mucuna e crotalária aos 70 dias após semeadura
12/07/04	Amostragem de matéria seca da mucuna e crotalária aos 97 dias após semeadura
09/08/04	Amostragem de matéria seca da mucuna e crotalária aos 125 dias após semeadura e manejo mecânico (rolo faca e triturador de palhas)
10/08/04	Manejo químico das culturas da mucuna e crotalária
09/09/04	Amostragem de matéria seca da mucuna e crotalária aos 30 dias após manejo
30/09/04	Amostragem de matéria seca da mucuna e crotalária aos 51 dias após manejo
26/11/04	Semeadura e adubação do milho com coleta simultânea de dados de desempenho do conjunto trator-semeadora-adubadora e coleta de solo para determinação do teor de água
27/11/04	Aplicação herbicida pré-emergente
01 a 11/12/04	Avaliação do número médio de dias para emergência (NMDE)
15/12/04	14 DAE* - Avaliação da distribuição longitudinal de plântulas
19/12/04	18 DAE - Pulverização para lagarta do cartucho
22/12/04	21 DAE - Adubação nitrogenada de cobertura
08/01/05	38 DAE - Pulverização para lagarta do cartucho
10/03/05	100 DAE - Avaliação altura de inserção da primeira espiga
19/04/05	140 DAE – Avaliação da população final, colheita e avaliação de perdas na colheita
20/04/05	Trilha, pesagens, avaliação das espigas, determinação do teor de água nos grãos e da produtividade
22/04/05	Coleta de matéria seca de cobertura vegetal da cultura do milho

* DAE = Dias após a emergência.

Durante a condução do trabalho realizou-se as seguintes avaliações:

3.9 Solo

3.9.1 Teor de água do solo

O teor de água o solo foi determinado pelo método gravimétrico, de acordo com Embrapa (1979). As amostras de solo foram coletadas durante a semeadura do milho, nas camadas de 0-10 e 11-20 cm de profundidade, realizando-se três amostras por bloco. O solo foi coletado com uso de trado holandês, acondicionado em cápsulas de alumínio, vedadas com fita adesiva até a pesagem em balança digital de precisão de 0,01 g e em seguida, colocadas em estufa elétrica a 105°C de temperatura por período de 24 horas, sendo pesadas novamente.

3.9.2 Profundidade média do sulco de semeadura

Na determinação da profundidade do sulco de adubação utilizaram-se réguas graduadas em milímetros, sendo esta obtida medindo-se a distância vertical entre o fundo do sulco e a superfície do terreno.

3.10 Culturas

3.10.1 Matéria seca das culturas de cobertura e da cultura do milho

Para determinação da matéria seca das coberturas vegetais e da cultura do milho, coletou-se aleatoriamente, uma amostra em cada sub-sub parcela (72 amostras), para ambas as culturas. Para as culturas de cobertura (mucuna cinza e crotalária juncea) as amostras foram coletadas aos 30, 70, 97 e 125 após a semeadura para avaliar a produção de massa secas e aos 30 e 51 dias após seus respectivos manejos (rolo-faca, triturador de palhas tratorizado e herbicida) para

avaliar a decomposição da mesma. A matéria seca de cobertura da cultura do milho foi avaliada 3 dias após a colheita mecanizada. Para determinação dos dados de matéria seca das culturas de cobertura do solo, utilizou-se quadrado de ferro com dimensões de 0,5 x 0,5 m (0,25 m²), tesoura de jardinagem, faca, sacos de papel, estufa com temperatura de 65°C e balança de precisão de 0,01 g conforme metodologia descrita por Chaila (1986). O material recolhido foi acondicionado em sacos de papel, colocados em estufa elétrica à temperatura média de 65°C por um período de 48 horas. Finalizada a secagem, foi obtida a massa do material na balança digital, tendo valores transformados em kg.ha⁻¹, posteriormente.

3.10.2 Teor de água dos grãos de milho

O material colhido no campo foi levado ao laboratório para determinação do teor de água dos grãos, utilizando cinco amostras obtidas ao acaso durante a colheita. Após verificação da massa, tais amostras foram acondicionadas em latas de alumínio e levadas a uma estufa mantida à temperatura de 105 °C, por 24 horas. Novamente efetuou-se a verificação da massa e descontou-se a massa de água das sementes, calculando-se esta posteriormente em porcentagem.

3.10.3 Distribuição longitudinal de plântulas do milho

Na avaliação do número de plântulas por metro e da distribuição longitudinal, utilizou-se régua de madeira de 1 m de comprimento com precisão de 0,01 m e planilha de anotações.

A distribuição longitudinal de plântulas na fileira de semeadura foi determinada logo após a estabilização da emergência das plântulas de milho, medindo-se a distância entre todas as plântulas de milho existentes em dois metros da fileira semeada, em duas fileiras centrais de cada parcela experimental.

Os espaçamentos entre plântulas (X_i) foram avaliados conforme classificação adaptada de Kurachi et al. (1989) para avaliação de espaçamentos

entre sementes, determinando-se o percentual de espaçamentos correspondentes às classes aceitáveis ou normais ($0,5 \cdot X_{\text{ref}} < X_i < 1,5 \cdot X_{\text{ref}}$), múltiplos ($X_i \leq 0,5 \cdot X_{\text{ref}}$) e falhos ($X_i \geq 1,5 \cdot X_{\text{ref}}$), baseado em espaçamento de referência (X_{ref}) de acordo com a regulagem da semeadora-adubadora. Considerando-se que a semeadora foi regulada para distribuir $5,65 \text{ sementes.m}^{-1}$, sendo este o espaçamento de referência, desta forma, foram considerados como aceitáveis ou normais os espaçamentos entre plantas que estavam entre 2,83 e 8,48 cm, múltiplos os que estavam a menos de 2,83 e falhos os que estavam a mais de 8,48 cm uns dos outros.

3.10.4 Número médio de dias para a emergência de plântulas de milho

Para a determinação do número médio de dias para emergência das plântulas de milho, foram feitas contagens diárias desde a primeira plântula emergida até a estabilização da contagem (5 dias observado a mesma contagem de plântulas), em uma faixa de dois metros, em duas fileiras centrais de cada parcela experimental. Considerou-se como plântula emergida aquela que possibilitou visualização de qualquer de suas partes, independente do local de observação.

Efetou-se o cálculo do número médio de dias para a emergência de plântulas de milho de acordo com a equação proposta por Edmond & Drapala (1958): (Equação 1)

$$M = \frac{[(N_1 G_1) + (N_2 G_2) + \dots + (N_n G_n)]}{(G_1 + G_2 + \dots + G_n)} \quad (1)$$

em que:

M = Número médio de dias para emergência das plântulas de milho;

N_i = Número de dias decorridos entre a semeadura e a primeira contagem de plântulas;

G_i = Número de plantas emergidas na primeira contagem;

N_2 = Número de dias decorridos entre a semeadura e a segunda contagem;

G_2 = Número de plântulas emergidas entre a primeira e a segunda contagem;

N_n = Número de dias decorridos entre a semeadura e a última contagem de plântulas; e

G_n = Número de plântulas emergidas entre a penúltima e última contagem.

3.10.5 Estandes inicial e final de plantas na cultura do milho

O estande inicial da cultura do milho foi obtido mediante a contagem das plantas existentes em dois metros de fileira de semeadura na parte central das parcelas, no momento em que se estabilizou a contagem do número de plantas emergidas. O estande final foi obtido pela contagem das plantas existentes na mesma área do estande inicial, no momento da colheita da cultura. Os valores médios obtidos foram convertidos e apresentados em número de pl ha⁻¹.

3.10.6 Índice de sobrevivência das plantas de milho

O índice (ou porcentagem) de sobrevivência correspondeu à proporção média de plantas que atingiram a maturação, em relação ao estande médio inicial de plantas e foi obtido pela equação 2:

$$IS = \frac{P_f}{P_i} \cdot 100 \quad (2)$$

em que:

IS = índice de sobrevivência das plantas de milho (%);

P_f = estande médio final de plantas de milho (plantas ha⁻¹);

P_i = estande médio inicial de plantas de milho (plantas ha⁻¹).

3.10.7 Altura de inserção da primeira espiga

Para a mensuração da altura de inserção da primeira espiga, utilizou-se régua de alumínio com fita métrica graduada em centímetros com precisão de 0,5cm e planilha de anotações, tomando como medida a distância entre o nível do solo e o ponto de inserção da primeira espiga em 10 plantas seguidas, situadas em dois metros nas duas fileiras centrais de cada parcela, no mesmo local de contagem do número médio de dias para emergência, obtendo-se a média de altura destas fileiras. Esta avaliação foi realizada duas semanas antes da colheita.

3.10.8 Produtividade de grãos, massa de palha e sabugo

Para avaliar a produtividade média de grãos da cultura do milho utilizaram-se sacos plásticos, pincel atômico, trilhadora estacionária, balança digital com precisão de 0,1 g e estufa regulada para 105°C. Foram colhidas manualmente as espigas em 10 m das duas fileiras centrais da parcela experimental após a cultura atingir o ponto de maturação fisiológica e umidade próxima de 18%. As espigas foram pesadas e posteriormente processadas por uma trilhadora estacionária de cereais, sendo posteriormente avaliada a massa de grãos (corrigida para 13% de umidade), e a massa de palhas e sabugo por meio da diferença entre as massas, total (espiga+grãos+palha) e de grãos com auxílio de uma balança eletrônica com precisão de 5 g. Em seguida as massas respectivas foram transformadas em kg.ha⁻¹.

3.11 Máquinas

3.11.1 Sistema de aquisição de dados

Os sinais dos geradores de pulsos (patinagem), célula de carga, radar, fluxômetros e termopares foram monitorados e armazenados por um “micrologger CR23X, marca Campbell Scientific” o qual encontrava-se equipado com placa

multiplexadora de 8 canais, modelo SDM-INT8 SN:2094 para aumentar a quantidade de canais de entrada, o qual monitorou e armazenou os dados provenientes dos sinais gerados pelos sensores, temperatura e volume de combustível, patinagem dos rodados do trator, radar para medição da velocidade instantânea e célula de carga, descrito por Grotta (2003).

Os dados coletados foram os de patinagem dos rodados do trator, força de tração, velocidade instantânea, consumo e temperatura do combustível. Utilizando-se de estacas espaçadas de 25 m, os pontos de início e fim das parcelas foram demarcados e utilizados como ponto referencial para acionar e desligar o sistema de aquisição de dados.

3.11.2 Velocidade de deslocamento

Para medição da velocidade de deslocamento utilizou-se uma unidade de radar localizada na lateral direita do trator, formando um ângulo de 45° com o solo, tipo RVS II, com precisão de 0,1 km h⁻¹, descrito por Grotta (2003), o qual emitia valores em unidade de km h⁻¹ ao sistema de aquisição de dados.

Considerou-se como velocidade de deslocamento aquela obtida quando o trator operava com a semeadora-adubadora acoplada à barra de tração, durante o percurso na parcela, e, uma vez que o sistema de aquisição de dados foi programado para registrar dados a cada segundo, obteve-se a velocidade média na parcela pela média dos registros gravados.

A velocidade de deslocamento foi definida em função da marcha do trator utilizado (Valtra BM100), operando com rotação inicial (sem carga) de 2000 rpm, sendo esta, variada conforme carga imposta na barra de tração pela semeadora-adubadora.

3.11.3 Capacidade de campo operacional na semeadura do milho

A capacidade de campo operacional foi determinada com base na largura de trabalho real da semeadora-adubadora e da velocidade média de deslocamento do conjunto em cada parcela, conforme Mialhe (1996), com eficiência de trabalho da máquina (65%) de acordo com a ASAE (1997), por meio da equação 3:

$$Cco = \left(\frac{Atr}{\Delta_t} \cdot 0,36 \right) \cdot Ef \quad (3)$$

em que:

Cco = capacidade de campo operacional ($ha \ h^{-1}$);

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

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

0,36 = fator de conversão;

Ef = eficiência de campo da semeadora-adubadora (0,65);

3.11.4 Patinagem dos rodados do trator na operação de semeadura

Para determinar a patinagem dos rodados do trator utilizaram-se geradores de pulso de marca S&E Instrumentos de testes e medições, modelo GIDP-60-U-12V, os quais realizaram conversão de movimentos rotativos em pulsos elétricos, gerando 60 pulsos por volta dos rodados do trator, descrito por Grotta (2003).

Ao deslocar-se sem carga na barra de tração em superfície pavimentada obteve-se a condição de patinagem zero e um número determinado de pulsos foi gerado em distância conhecida; ao tracionar a semeadora-adubadora durante a operação de semeadura, outra quantidade de pulsos foi fornecida para deslocar-se em mesma distância e, assim, utilizando-se a equação 4, obteve-se a patinagem média, como descrito em Grotta (2003) :

$$P = \left(1 - \frac{NPS}{NPC}\right) \cdot 100 \quad (4)$$

em que:

P = patinagem (%);

NPS = número de pulsos da roda, trator operando sem carga na barra de tração e em superfície pavimentada.

NPC = número de pulsos da roda, trator operando com carga na barra de tração no solo durante semeadura.

100 = fator de adequação.

3.11.5 Força média de tração na barra

Utilizou-se de uma célula de carga de marca M. SHIMIZU modelo TF400, com capacidade para 100 kN e precisão de 10 N com suporte de sustentação (berço), descrito por Grotta (2003), acoplada entre a barra de tração do trator e o cabeçalho da semeadora-adubadora. Determinou-se a média dos valores armazenados (em unidade kgf) pelo sistema de aquisição de dados ao longo de cada parcela experimental, posteriormente transformados para kN.

3.11.6 Força de pico na barra de tração

A força de pico (kgf) correspondeu ao maior valor de força de tração registrada e armazenada pelo sistema de aquisição de dados durante o deslocamento do conjunto trator-semeadora-adubadora dentro de cada parcela experimental e, posteriormente transformados para kN.

3.11.7 Força média requerida por fileira de semeadura

A força média por linha de semeadura foi calculada tomando como base a força de tração média na barra dividida pelo número de linhas da semeadora-adubadora (4 fileiras).

3.11.8 Força de tração específica

A força de tração específica requerida por profundidade do sulco correspondeu à força de tração média requerida por linha de semeadura a cada unidade de profundidade de abertura do sulco, sendo calculada pela equação 5:

$$F_{esp} = \frac{F_m / N}{P_s} \cdot 100 \quad (5)$$

em que:

F_{esp} = força de tração específica por profundidade do sulco (kN cm^{-1});

F_m = força de tração média requerida na barra de tração (kN);

N = número de linhas da semeadora-adubadora (4);

P_s = profundidade do sulco (cm);

100 = fator de adequação.

3.11.9 Potência na barra de tração

A potência média na barra de tração foi determinada de forma indireta utilizando-se a equação 6:

$$PB = \frac{F_m \cdot v}{1000} \quad (6)$$

em que:

PB = potência na barra de tração (kW);

F_m = força de tração na barra (kN);

v = velocidade real de deslocamento ($m\ s^{-1}$), e

1000 = fator de adequação.

3.11.10 Potência de pico na barra de tração

A potência de pico (kW) correspondeu aos maiores valores obtidos pela combinação da força de tração e sua correspondente velocidade de deslocamento registradas e armazenadas pelo sistema de aquisição de dados durante o deslocamento do conjunto trator-semeadora-adubadora dentro de cada parcela experimental.

3.11.11 Potência por fileira de semeadura

A potência por linha de semeadura foi calculada tomando como base a potência média na barra dividida pelo número de fileiras da semeadora-adubadora.

3.11.12 Potência específica

Correspondeu à potência média exigida por unidade de semeadura a cada unidade de profundidade de abertura do sulco, calculada pela equação 7:

$$P_{esp} = \frac{P_m / N}{P_s} \cdot 1000 \quad (7)$$

em que:

P_{esp} = potência específica requerida por profundidade do sulco ($kW\ cm^{-1}$);

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

N = numero de linhas da semeadora-adubadora (4);

P_S = profundidade do sulco (cm);

1000 = fator de adequação.

3.11.13 Consumo de combustível

Para medir os consumos de combustível foi utilizado um protótipo conforme descrito em Lopes et al. (2003); tal protótipo possui 2 medidores de fluxo marca “Flowmate” oval, modelo Oval M-III, com precisão de 0,01 mL instalados em série com 2 medidores de temperatura do tipo “termopar PT-100”, com precisão de 0,1°C para monitorar o débito e o retorno da bomba injetora.

O consumo de combustível foi determinado em todas as parcelas experimentais em unidade de volume (mL), pela diferença entre os volumes de combustível medidos na entrada e no retorno da bomba injetora, obtendo-se assim o volume realmente utilizado pelo trator durante o percurso. Juntamente com o volume de combustível foi monitorada a temperatura do mesmo fornecida em °C, também em ambos os pontos, entrada e retorno da bomba injetora.

Para calcular o consumo de combustível horário e específico, foi necessário determinar a densidade em função da temperatura do combustível conforme Grotta (2003), obtendo-se (Equação 8):

$$D = 851,04 - 06970.T \quad R^2 = 0,9738 \quad (8)$$

em que:

D : densidade do combustível em função da temperatura (g.L^{-1});

T = temperatura do combustível (°C).

3.11.14 Consumo volumétrico

Para avaliar o consumo volumétrico de combustível utilizou-se a equação 9:

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

em que:

C_v = consumo volumétrico ($L \cdot h^{-1}$);

C = volume consumido (mL);

t = tempo de percurso na parcela (s);

3,6 = fator de adequação.

3.11.15 Consumo ponderal

Para a determinação do consumo ponderal, considerou-se a influência da temperatura do combustível no momento do teste, conforme a equação 8.

Para o cálculo do consumo ponderal utilizou-se a equação 10:

$$C_p = C_h \cdot \frac{D}{1000} \quad (10)$$

em que:

C_p = consumo ponderal ($kg \cdot h^{-1}$);

C_h = consumo volumétrico ($L \cdot h^{-1}$);

D = densidade do combustível ($g \cdot L^{-1}$);

1000 = fator de adequação.

3.11.16 Consumo específico

Este parâmetro expressa o consumo de combustível por unidade de potência na barra de tração e, para seu cálculo utilizou-se a equação 11:

$$C_e = \frac{D \cdot C_h}{P_m} \quad (11)$$

em que:

C_e = consumo específico (g kW h⁻¹);

D = densidade do combustível (g L⁻¹);

Ch = consumo volumétrico (L h⁻¹);

P_m = potência na barra de tração (kW).

3.11.17 Consumo operacional

O consumo operacional de combustível (L ha⁻¹ e kg ha⁻¹) foi obtido pela relação entre os consumos volumétrico e ponderal com a capacidade de campo operacional utilizando as equações 12 e 13, respectivamente:

$$Clha = \frac{Cv}{Cco} \quad (12)$$

$$Ckgha = \frac{Cp}{Cco} \quad (13)$$

em que:

$Clha$ = consumo por área trabalhada (L ha⁻¹);

$Ckgha$ = consumo por área trabalhada (kg ha⁻¹);

Cv = consumo horário de combustível (L h⁻¹);

Cp = consumo ponderal de combustível (kg h⁻¹);

Cco = capacidade de campo operacional (ha h⁻¹).

3.11.18 Fluxo de alimentação da colhedora

Para determinação do fluxo de alimentação da colhedora utilizou-se armação retangular de madeira com área de 2 m² (3,80 x 0,53 m), sacos plásticos, balança eletrônica com precisão de 5 g.

O material colhido (na altura próxima à inserção da primeira espiga) foi constituído por palha associada às partes da espiga do milho, como sabugo, partes de caule, palhiço, grãos de milho, e também pelas plantas daninhas presentes na área. Desta forma, o fluxo de alimentação da colhedora foi determinado de acordo com as equações 14, 15 e 16:

$$\varphi_T = \frac{L.V.MS_T}{10000} \quad (14)$$

em que:

φ_T = fluxo de alimentação total (palhas + sabugo + grãos + plantas daninhas) (kg s⁻¹);

L = largura de trabalho da colhedora (3,6 m);

V = velocidade de deslocamento da colhedora (m s⁻¹);

MS_T = massa seca total (palhas + sabugo + grãos + plantas daninhas) (kg ha⁻¹);

10.000 = fator de adequação de unidade;

$$\varphi_P = \frac{L.V.MS_P}{10000} \quad (15)$$

em que:

φ_P = fluxo de alimentação de palha (kg s⁻¹);

MS_P = massa seca da palha (kg ha⁻¹);

$$\varphi_G = \frac{L.V.MS_G}{10000} \quad (16)$$

em que:

φ_G = fluxo de grãos (kg s⁻¹);

MS_G = massa seca dos grãos (kg ha⁻¹).

3.11.19 Perdas totais na colheita mecanizada do milho

A colheita foi realizada com a umidade média dos grãos de milho de 18% e, para mensuração das perdas, utilizou-se uma armação retangular de madeira com área de 2 m² (3,80 x 0,53 m), segundo a metodologia descrita por Mesquita & Gaudêncio (1982).

Para determinação das perdas pós-colheita, a armação foi posicionada depois da passagem da colhedora sobre a área coletando-se os grãos e espigas que ficaram na superfície do solo, que não foram colhidos pela máquina. Tal material foi pesado, corrigido para umidade de 13% e posteriormente transformado para kg.ha⁻¹.

3.12 Análise estatística dos dados

Os dados referentes aos diferentes parâmetros foram submetidos à análise de variância, e nos casos de variação significativa ($P < 0,05$), procedeu-se o teste de Tukey a 5% de significância para comparação das médias, de acordo com Banzatto e Kronka (2006), determinando-se valores médios, e coeficiente de variação dos parâmetros estudados.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste item serão apresentados os parâmetros e análises referentes aos dados obtidos no experimento de campo, bem como os valores calculados a partir destes.

Os resultados estão apresentados na forma de tabelas, nas quais as médias seguidas de mesmas letras minúsculas nas colunas ou de mesmas letras maiúsculas nas linhas não diferem estatisticamente entre si, pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

4.1 Avaliação do desenvolvimento das culturas de cobertura

Aos 30 dias após a semeadura (DAS) não houve diferença significativa na quantidade de matéria seca da parte aérea das coberturas vegetais (Tabela 5), para os fatores e interações estudados, mesmo comportamento encontrado anteriormente, em área próxima, por Gerlach (2005) também com valores próximos aos encontrados neste experimento (459 kg ha⁻¹ para mucuna e 471 kg ha⁻¹ para crotalária e 425, 487 e 482 kg ha⁻¹ nestas culturas quando manejadas com triturador de palhas tratorizado, rolo-faca e herbicida, respectivamente). A produção de matéria seca foi semelhante devido ao fato de na fase inicial (abril/maio) a precipitação ter sido suficiente para dar o arranque inicial das duas culturas.

Aos 70 e 97 DAS a crotalária juncea obteve quantidade superior de massa seca em relação à mucuna preta, discordando de Gerlach (2005) que observou semelhança estatística para a produção de massa seca para estas culturas somente aos 70 DAS. Tal ocorrência pode estar no fato de que as amostragens são feitas de forma aleatória dentro das parcelas e, sendo assim, diferenças nos resultados, por menores que sejam, podem ser encontradas, mesmo em áreas próximas. Para os sistemas de manejo, nenhuma diferença estatística foi observada aos 30, 70 e 97 dias após semeadura. Esse fato pode ser explicado

pela melhor resistência da crotalária em relação à mucuna, em suportar veranicos, o que realmente ocorreu.

Aos 125 dias após semeadura, houve interação entre os fatores cultura e manejo, sendo realizado o desdobramento dos graus de liberdade dos tratamentos (Tabela 5).

Tabela 5. Síntese da análise de variância e do teste de médias para a variável produção de massa seca das culturas de inverno.

Fatores	Massa seca das culturas de inverno (t ha ⁻¹)			
	30 dias	70 dias	97 dias	125 dias
CULTURA (C)				
Mucuna	0,49 a	3,15 a	2,91 a	3,12
Crotalária	0,45 a	3,65 b	4,14 b	4,05
DMS	0,99	0,44	0,66	0,46
MANEJO (M)				
Rolo-facas	0,44 a	3,39 a	3,71 a	3,65
Herbicida	0,48 a	3,25 a	3,55 a	3,55
Triturador de palha	0,47 a	3,56 a	3,32 a	3,56
DMS	0,148	0,65	0,99	0,68
TESTE F				
C	0,78 NS	5,88 *	15,41 **	18,83 **
M	0,23 NS	0,78 NS	0,53 NS	0,09 NS
CxM	0,32 NS	0,14 NS	0,08 NS	5,49 *
C.V.%	24,57	14,75	21,69	14,66

NS: não significativo (P>0,05); * : significativo (P<0,05); * * : significativo (P<0,01); C.V. : coeficiente de variação.

Aos 125 dias após semeadura (Tabela 5), para o fator cultura, não foi observada para mucuna, diferença entre os manejos, indicando que qualquer um deles poderia ser empregado sem comprometimento na formação de massa seca. Para a crotalária, o manejo com triturador de palhas mostrou menor produção de massa seca (3.525 kg ha⁻¹), indicando que os manejos com rolo-faca e com herbicida assemelham-se estatisticamente entre si e são superiores em produção, acumulando em média 4.300 kg ha⁻¹. Talvez possa ser explicado pelo fato do triturador de palhas apresentar maior poder de desintegração da palhada, gerando partículas com superfície de contato maior, acelerando o seu processo de decomposição, deixando o solo descoberto precocemente em relação aos outros

manejos. Para o fator manejo, tanto para rolo-faca quanto para herbicida, a maior produção de massa seca foi observada para a cultura da crotalária, exceto com triturador de palhas, cuja produção foi semelhante entre as culturas (Tabela 6).

Tabela 6. Interação entre os fatores cultura de cobertura e manejo para a variável produção de massa seca das culturas de inverno ($t\ ha^{-1}$) aos 125 dias após semeadura.

Cultura	Manejo		
	Rolo-faca	Herbicida	Triturador da palha
Mucuna	3,0 b A	3,0 b A	3,6 a A
Crotalária	4,3 a A	4,3 a A	3,5 a A

Quanto à decomposição das culturas de inverno, pode-se observar pela Tabela 7 que aos 30 dias após o manejo não houve diferença entre culturas, entre os manejos ou para a interação entre os mesmos. Deve-se salientar que a quantidade de massa seca após 30 dias do manejo, engloba também os resíduos vegetais que estavam na superfície do solo.

No entanto, aos 51 dias, o fator cultura indicou decomposição da mucuna significativamente mais acelerada que a observada pela crotalária. Quanto à forma de manejo, estas não apresentaram diferença estatística.

Tabela 7. Síntese da análise de variância e do teste de médias para a variável decomposição da massa seca das culturas de inverno pós-manejo (kg ha⁻¹).

Fatores	Massa seca das culturas de inverno pós-manejo (ton.ha ⁻¹)	
	30 dias	51 dias
CULTURA (C)		
Mucuna	3,6 a	3,2 b
Crotalária	4,3 a	3,9 a
DMS	0,8	0,7
MANEJO (M)		
Rolo-facas	3,7 a	3,0 a
Herbicida	4,0 a	3,9 a
Triturador de palha	4,2 a	3,8 a
DMS	1,3	1,0
TESTE F		
C	2,99 NS	5,24 *
M	0,49 NS	4,05 *
CxM	1,68 NS	0,22 NS
C.V.%	24,46	21,32

NS: não significativo (P>0,05); * : significativo (P<0,05).

4.2 Avaliações na cultura do milho

4.2.1 Número médio de dias para emergência

Pela Tabela 8 pode-se concluir que o número médio de dias para emergência não foi afetado pelos tratamentos empregados e tão pouco pela interação entre os mesmos, apresentando média geral de 4,15 dias para a emergência das plântulas de milho, valores próximos aos encontrados por Furlani et al. (2001), Furlani (2005) e Borsatto (2005) com valores próximos de 4,2 porém inferiores aos encontrados por Mello et al. (2004) de 6,4 a 7,5 dias, em área próxima e utilizando-se do mesmo híbrido (DKB 390). Todos os autores citados realizaram semeadura sob condições semelhantes às realizadas neste trabalho..

4.2.2 Estande inicial, final e porcentagem de sobrevivência

Para estas variáveis, observa-se que não ocorreu interação entre os fatores (Tabela 8). Nota-se que os fatores cultura, manejo e profundidade também não influenciaram isoladamente estas variáveis. Desse modo, ocorreu semelhança estatística entre as culturas de cobertura, os manejos com triturador, rolo-faca e herbicida e também para as profundidades de deposição de adubo (11, 14 e 17 cm), concordando com os valores encontrados por Borsatto (2005) e Barros (2002) os quais não encontraram diferença para estande inicial na semeadura do milho sobre crotalária e mucuna. Os valores encontrados para essas variáveis estão de acordo com as características do híbrido utilizado.

4.2.3 Número de plantas por metro na fileira de semeadura e distribuição longitudinal de plantas

Na Tabela 9, observa-se que ocorreu interação entre os fatores cultura de cobertura e profundidade de deposição de adubo para o número de plantas por metro e para a ocorrência de espaçamentos falhos e aceitáveis.

Por intermédio da Tabela 9 pode-se notar a interação entre os fatores cultura de cobertura e profundidade de deposição de adubo na variável espaçamentos falhos para a cultura do milho. Ao analisar as culturas dentro de cada profundidade (Tabela 10) observa-se que houve diferença para as profundidades de 11 e 17 cm, tendo a mucuna apresentado maior porcentagem de espaçamentos falhos a 11 cm e a crotalária em 17 cm de profundidade. Para a profundidade de 14 cm, não foi observada diferença significativa entre as culturas. Ao analisar as profundidades dentro de cada cultura (Tabela 10) nota-se um índice de espaçamentos falhos menor aos 17 cm para a mucuna e porcentagem de falhos semelhante para 11 e 14 cm. Na cultura da crotalária não foram observadas diferenças entre as profundidades de deposição, tendo média de 12,3% de espaçamentos falhos. Estes resultados contradizem os de Furlani (2005), o qual não observou diferença

entre culturas e manejos para esta variável, fato esse que pode estar relacionado ao alto valor do coeficiente de variação.

Tabela 8. Síntese da análise de variância e do teste de médias para as variáveis de número médio de dias para emergência (N.M.E.), estande inicial (E.I.), estande final (E.F.) e porcentagem de sobrevivência (P.S.) para as plantas de milho.

Fatores	N.M.E.	E.I. (plantas ha ⁻¹)	E.F. (plantas ha ⁻¹)	P.S. (%)
CULTURA (C)				
Mucuna	4,14 a	53.630 a	42.050 a	78,37 a
Crotalária	4,18 a	54.320 a	44.690 a	81,59 a
DMS	0,12	3,58	2.934	5,25
C.V.%	3,88	9,82	11,73	8,76
MANEJO (M)				
Rolo-faca	4,15 a	55.440 a	44.090a	79,73 a
Herbicida	4,18 a	54.750 a	44.700 a	80,67 a
Triturador de palha	4,15 a	51.740 a	41.330 a	79,54 a
DMS	0,08	3.881	3.957	6,24
C.V.%	2,38	9,34	11,86	10,14
PROFUNDIDADE (P)				
11 cm	4,17 a	55.210 a	45.140 a	75,71 a
14 cm	4,15 a	53.240 a	43.760 a	81,69 a
17 cm	4,16 a	53.470 a	41.220 a	82,54 a
DMS	0,05	3.737	5.956	10,79
C.V.%	1,78	9,81	19,46	19,13
TESTE F				
C	0,94 NS	0,31 NS	4,86 NS	3,80 NS
M	1,03 NS	3,66 NS	2,92 NS	0,13 NS
P	0,40 NS	0,99 NS	1,33 NS	1,42 NS
CxM	0,80 NS	0,15 NS	0,61 NS	1,43 NS
CxP	0,85 NS	2,97 NS	1,67 NS	0,93 NS
MxP	2,02 NS	1,10 NS	0,31 NS	0,11 NS
CxMxP	0,35 NS	0,17 NS	0,62 NS	0,19 NS

NS: não significativo ($P>0,05$); C.V. : coeficiente de variação.

Os resultados de espaçamentos aceitáveis foram superiores aos encontrados por Mello (2006) que, trabalhando com velocidades de semeadura de milho de 9,8; 6,8 e 5,4 km h⁻¹, ainda observou diminuição dos espaçamentos aceitáveis da ordem de 25% da maior velocidade em relação às duas inferiores, estatisticamente semelhantes. Nota-se assim a interferência da velocidade de

deslocamento da semeadora utilizada por este autor, o que pode vir a explicar a diferença de valores de espaçamentos normais entre o trabalho citado e o presente.

Tabela 9. Síntese da análise de variância e do teste de médias para as variáveis de número de plantas por metro e distribuição longitudinal de plantas de milho.

Fatores	Número de plantas por metro	Distribuição longitudinal (%)		
		Falha	Dupla	Aceitável
CULTURA (C)				
Mucuna	4,75	14,06	4,83 a	80,85
Crotalária	4,91	12,33	5,62 a	82,18
DMS	0,29	4,14	6,63	2,45
C.V.%	8,12	41,86	169,31	4,01
MANEJO (M)				
Rolo-facas	4,73 a	10,79 a	6,29 a	83,33 a
Herbicida	4,90 a	12,93 a	4,65 a	82,41 a
Triturador de palha	4,87 a	15,86 a	4,75 a	78,80 a
DMS	0,42	6,66	4,72	9,26
C.V.%	11,19	65,63	117,55	14,76
PROFUNDIDADE (P)				
11 cm	4,81	14,77	4,29 a	80,34
14 cm	4,82	13,83	5,86 a	80,30
17 cm	4,85	10,98	5,53 a	83,90
DMS	0,28	7,13	3,71	9,75
C.V.%	8,31	76,56	100,68	16,96
TESTE F				
C	2,99 NS	1,76 NS	0,14 NS	2,97 NS
M	0,64 NS	2,07 NS	0,54 NS	0,95 NS
P	0,07 NS	0,92 NS	0,59 NS	0,54 NS
CxM	1,11 NS	0,12 NS	0,33 NS	0,27 NS
CxP	3,92 *	5,41 **	1,23 NS	4,18 *
MxP	0,84 NS	0,95 NS	0,76 NS	0,84 NS
CxMxP	0,58 NS	0,06 NS	0,12 NS	0,02 NS

NS: não significativo ($P>0,05$); * : significativo ($P<0,05$); ** : significativo ($P<0,01$); C.V. : coeficiente de variação.

Ainda segundo Tourino e Klingesteiner (1983) os espaçamentos aceitáveis encontrados neste trabalho são considerados bons (75 a 90%) uma vez que apresentam valores acima de 80%. Porém, Oliveira et al. (2000) e Santos et al.

(2003) não observaram interferência da velocidade nos espaçamentos aceitáveis ao trabalharem com velocidades entre 5,0 e 7,0 km h⁻¹.

Tabela 10. Interação entre os fatores cultura de cobertura e profundidade de deposição de adubo para a variável distribuição longitudinal falha das plantas de milho (%).

Cultura	Profundidade de deposição de adubo (cm)		
	11	14	17
Mucuna	18,51 a A	17,37 a A	6,30 b B
Crotalária	11,04 b A	10,30 a A	15,65 a A

Ao observar a Tabela 11, pode-se concluir que não ocorreu interferência do fator profundidade de deposição de adubo dentro do fator cultura de cobertura, pois tanto para a mucuna quanto para a crotalária os valores de espaçamentos aceitáveis para a cultura do milho foram semelhantes nas diferentes profundidades. Entretanto o fator cultura causou interferência na profundidade de 17 cm, onde observa-se melhor resultado para o milho semeado sobre a cultura da mucuna, com maior porcentagem de espaçamentos aceitáveis (89,90%).

Tabela 11. Interação entre os fatores cultura de cobertura e profundidade de deposição de adubo para a variável distribuição longitudinal aceitável (%) para a cultura do milho.

Cultura	Profundidade de deposição de adubo (cm)		
	11	14	17
Mucuna	76,44 a A	76,21 a A	89,90 a A
Crotalária	84,24 a A	84,39 a A	77,91 b A

4.2.4 Altura de inserção da primeira espiga

Os resultados obtidos para altura de inserção da primeira espiga não diferiram de forma significativa para os tratamentos estudados, bem como para as interações (Tabela 12). Estes resultados estão de acordo com os obtidos por Vallerio (2005) e Borsatto (2005), Fava (2006) e Souza (2007) ao avaliarem a cultura do milho nas safras 2003/2004 e 2004/2005, porém não estão de acordo

com os valores obtidos por Furlani (2005), o qual encontrou diferença de altura de inserção para diferentes manejos sendo que os tratamentos envolvendo triturador de palhas e herbicida foram significativamente semelhantes apresentando os maiores valores (1,29 e 1,28 m, respectivamente), talvez por haver trabalhado com híbrido de diferentes características e respostas a tais manejos.

Tabela 12. Síntese da análise de variância e do teste de médias para as variáveis de altura de inserção da primeira espiga (A.I.P.E.), produção de massa seca (P.M.S.) e produtividade de grãos (P.G.).

Fatores	A.I.P.E. (m)	P.M.S. (kg.ha ⁻¹)	P.G. (kg.ha ⁻¹)
CULTURA (C)			
Mucuna	1,09 a	2.740 a	8.617 a
Crotalária	1,10 a	2.870 a	8.966 a
DMS	0,02	596	1.537
C.V.%	2,50	28,31	23,31
MANEJO (M)			
Rolo-facas	1,09 a	2.770 a	8.565 a
Herbicida	1,09 a	2.920 a	9.103 a
Triturador de palha	1,11 a	2.740 a	8.706 a
DMS	0,06	412	862
C.V.%	6,53	19,07	12,73
PROFUNDIDADE (P)			
11 cm	1,08 a	2.760 a	8.706 a
14 cm	1,11 a	2.880 a	8.902 a
17 cm	1,10 a	2.780 a	8.766 a
DMS	0,03	309	856
C.V.%	4,08	15,61	18,80
TESTE F			
C	4,73 NS	0,50 NS	0,52 NS
M	0,69 NS	0,80 NS	1,49 NS
P	2,82 NS	0,46 NS	0,16 NS
CxM	0,45 NS	0,21 NS	0,28 NS
CxP	1,61 NS	0,52 NS	0,78 NS
MxP	0,77 NS	0,05 NS	0,46 NS
CxMxP	0,23 NS	1,75 NS	0,45 NS

NS: não significativo ($P>0,05$); C.V. : coeficiente de variação

4.2.5 Produção de massa seca

Pela Tabela 12 observa-se que os resultados de massa vegetal seca da cultura do milho não diferiram significativamente para os tratamentos estudados. Estes resultados estão de acordo com os obtidos por Furlani (2005) e Borsatto (2005), os quais avaliaram a cultura do milho na safra 2004/2005 e Souza (2007), que encontraram produções de matéria seca foram estatisticamente semelhantes.

4.2.6 Produtividade

A produtividade de grãos não foi afetada por nenhum dos fatores analisados e também pelas interações entre eles (Tabela 12), sendo este resultado é concordante com os dados encontrados por Branquinho (2003), Furlani (2005) e Souza (2007) nos quais os manejos aplicados não influenciaram a produtividade. Os resultados aqui obtidos discordam de Vallerio (2005), que em área próxima a este experimento, utilizando híbrido DKB 350 Dekalb[®] (triplo), porém, com população de plantas e quantidades de adubos diferentes, entretanto dentro de recomendações técnicas, observou diferenças significativas na produtividade ao utilizar outras culturas de cobertura, obtendo produtividade média de 9.942 kg ha⁻¹.

Neste experimento obteve-se produtividade média de 8.790 kg ha⁻¹, valor inferior ao obtido por Souza (2007) de 9.836 kg ha⁻¹ utilizando o mesmo híbrido (DKB 390 Dekalb[®]), porém, superior aos encontrados por Fava (2006) e Sgarbi (2006) que obtiveram, respectivamente, produtividades de 7.790 kg ha⁻¹ e 5.453 kg ha⁻¹, com híbridos diferentes (DKB 350 Dekalb[®] e AG 6040). Silva et al. (2004) determinaram produtividades médias de 4.500 kg ha⁻¹ em propriedade no município de Uberaba enquanto Souza et al. (2005) obtiveram produtividades médias de 2.337 kg ha⁻¹, na região da Zona da Mata em Minas Gerais.

Os valores de produtividade deste experimento estão bem acima da média nacional, pois utilizou-se um híbrido de alto investimento e maior potencial produtivo, com adubação à altura. Outro fator importante foi o clima, pois pode-se

observar pela Figura 1, que foi um ano com boa precipitação pluviométrica na fase de desenvolvimento da cultura do milho.

4.3 Avaliações nas máquinas

4.3.1 Velocidade de deslocamento

De acordo com os dados da Tabela 13, percebe-se que para a velocidade de deslocamento não ocorreu interação entre os fatores. Nota-se ainda que o fator cultura de cobertura, assim como o fator manejo não influenciou isoladamente esta variável, semelhante ao resultado encontrado por Branquinho et al. (2004) e Furlani (2005) o qual também não observou diferença entre os manejos de cobertura para a velocidade de deslocamento.

Para o fator profundidade de deposição de adubo ocorreu diferença estatística entre todas elas (11, 14 e 17 cm), concordando com o observado por Chahim Filho (2005), ou seja, a variável velocidade de deslocamento apresentou menores valores na maior profundidade da haste de deposição e maiores valores na menor profundidade, fato este explicado pela maior necessidade de potência requerida e maiores esforços proporcionados pelas maiores profundidades de trabalho das hastes sulcadoras para adubo.

4.3.2 Capacidade de campo operacional

De acordo com os dados da Tabela 13, conclui-se que para a capacidade de campo operacional não ocorreu interação entre os fatores. Ainda é possível notar que o fator cultura de cobertura, assim como o fator manejo não influenciou isoladamente esta variável, semelhante ao observado por Furlani (2005), porém houve interferência do fator profundidade de deposição de adubo.

Para o fator profundidade de deposição de adubo ocorreu diferença estatística entre 0,11 e 0,17 m, sendo a profundidade intermediária (0,14 m) semelhante a ambas, ou seja, a variável capacidade de campo operacional

apresentou menores valores na maior profundidade de deposição e maiores valores na menor profundidade, fato este que pode ser explicado da mesma forma que a variável anterior, uma vez que a capacidade de campo operacional possui íntima dependência da velocidade de deslocamento do conjunto ao utilizar um mesmo equipamento.

Tabela 13. Síntese da análise de variância e do teste de médias para as variáveis de velocidade média (V.M.), capacidade de campo operacional (C.C.O.) e patinagem (P) durante a semeadura do milho.

Fatores	V.M. (km h ⁻¹)	C.C.O. (ha.h ⁻¹)	P (%)
CULTURA (C)			
Mucuna	4,13 a	0,968 a	9,70 a
Crotalária	4,14 a	0,980 a	9,65 a
DMS	0,06	0,023	1,39
C.V.%	1,91	3,14	19,14
MANEJO (M)			
Rolo-facas	4,15 a	0,975 a	9,43 a
Herbicida	4,12 a	0,970 a	9,98 a
Triturador de palha	4,13 a	0,977 a	9,61 a
DMS	0,03	0,009	3,05
C.V.%	1,18	1,26	40,98
PROFUNDIDADE (P)			
11 cm	4,19 a	0,980 a	9,05 a
14 cm	4,12 b	0,968 b	10,05 a
17 cm	4,09 c	0,973 ab	9,91 a
DMS	0,03	0,010	1,36
C.V.%	1,33	1,48	19,92
TESTE F			
C	0,56 NS	2,88 NS	0,01 NS
M	1,66 NS	2,39 NS	0,12 NS
P	21,24 **	4,28 *	1,87 NS
CxM	0,35 NS	1,28 NS	0,19 NS
CxP	0,49 NS	1,72 NS	1,27 NS
MxP	0,25 NS	3,24 NS	2,52 NS
CxMxP	1,61 NS	0,49 NS	3,49 NS

NS: não significativo (P>0,05); * : significativo (P<0,05); ** : significativo (P<0,01); C.V. : coeficiente de variação.

4.3.3 Patinagem

Na Tabela 13, observa-se que não ocorreu interação estatística entre os fatores estudados para esta variável. Nota-se que os fatores cultura, manejo e profundidade não influenciaram a variável patinagem do trator de testes individualmente, concordando com o observado por Chahim Filho (2005).

No entanto, valores altos de coeficientes de variação (C.V.) foram observados (de 19,14 a 40,98%), concordando com Furlani (2000) que observou variações médias de 30,6%, porém as patinagens médias encontradas por esse autor foram menores variando de 3,3 a 4,1%. No entanto os valores de patinagem encontrados neste experimento estão de acordo com Furlani et al. (2004), que observou valores de patinagem da ordem de 9,4%.

Os resultados observados neste estudo são considerados ótimos pela Asae (1989), uma vez que esta sugere patinagem de 8 a 10% em solos não mobilizados para obtenção de máxima eficiência de tração.

4.3.4 Força na barra de tração

Na Tabela 14 observa-se que para a força de tração (média, de pico, por linha e específica), a interação entre os fatores cultura, manejo e velocidade não apresentaram diferença estatística significativa, e os fatores cultura e manejo também não influenciaram isoladamente tais variáveis. Diferente comportamento foi observado para o fator profundidade, que influenciou isoladamente todas as variáveis citadas acima, concordando com os resultados encontrados por Levien et al. (1999).

Nas forças avaliadas, o comportamento do fator profundidade de deposição de adubo foi o mesmo, ou seja, para as maiores profundidades utilizadas (14 e 17 cm) a demanda de força necessária apresentou-se maior e semelhante, sendo estas estatisticamente maiores que a força requerida na menor profundidade (11 cm).

4.3.5 Potência na barra de tração

Pela Tabela 14 pode-se observar que para as variáveis de potência (média, de pico, por linha e específica), os fatores cultura, manejo e velocidade não apresentaram interação estatística significativa entre si, e que os fatores cultura e manejo também não influenciaram isoladamente tais variáveis.

Tabela 14. Síntese da análise de variância e do teste de médias para as variáveis de força de tração média na barra, força de pico, força por fileira de semeadura e força específica medidas durante a implantação da cultura do milho.

Fatores	Força de tração			
	média (kN)	de pico (kN)	Por fileira (kN)	específica (kN.cm ⁻¹)
CULTURA (C)				
Mucuna	17,56 a	20,72 a	4,39 a	0,40 a
Crotalária	16,70 a	20,09 a	4,18 a	0,38 a
DMS	2,53	3,42	0,63	0,05
C.V.%	19,71	22,35	19,72	19,78
MANEJO (M)				
Rolo-faca	17,10 a	20,10 a	4,28 a	0,39 a
Herbicida	16,92 a	20,54 a	4,23 a	0,38 a
Triturador de palha	17,37 a	20,57 a	4,34 a	0,39 a
DMS	1,08	1,85	0,27	0,03
C.V.%	8,20	11,81	8,19	8,25
PROFUNDIDADE (P)				
11 cm	16,01 b	19,01 b	4,00 b	0,36 b
14 cm	17,39 a	20,65 a	4,35 a	0,39 a
17 cm	17,99 a	21,54 a	4,50 a	0,41 a
DMS	0,83	1,47	0,21	0,02
C.V.%	6,89	10,21	9,89	6,96
TESTE F				
C	1,17 NS	0,34 NS	1,16 NS	1,12 NS
M	0,63 NS	0,28 NS	0,63 NS	0,49 NS
P	17,85 **	9,09 **	17,82 **	17,06 **
CxM	0,20 NS	1,01 NS	0,20 NS	0,27 NS
CxP	0,08 NS	1,90 NS	0,08 NS	0,22 NS
MxP	0,51 NS	1,48 NS	0,51 NS	0,55 NS
CxMxP	1,00 NS	0,74 NS	1,00 NS	0,90 NS

NS: não significativo (P>0,05); * : significativo (P<0,05); ** : significativo (P<0,01); C.V. : coeficiente de variação.

Observou-se um comportamento diferente para o fator profundidade, o qual influenciou isoladamente todas as variáveis citadas acima, também concordando com os resultados encontrados por Levien et al. (2001). Tal fato se explica pela maior resistência imposta pelo solo ao trabalhar com a semeadora-adubadora a maiores profundidades de deposição de adubo.

Tabela 15. Síntese da análise de variância e do teste de médias para as variáveis de potência média, potência de pico, potência por fileira de semeadura e potência específica durante a semeadura do milho.

Fatores	Potência na barra de tração			
	média (kW)	de pico (kW)	Por fileira (kW)	Específica (kW.cm ⁻¹)
CULTURA (C)				
Mucuna	20,16 a	23,91 a	5,04 a	0,46 a
Crotalária	19,39 a	23,32 a	4,85 a	0,44 a
DMS	2,51	3,62	0,63	0,03
C.V.%	16,91	20,46	16,87	16,92
MANEJO (M)				
Rolo-facas	19,77 a	23,44 a	4,94 a	0,45 a
Herbicida	19,44 a	23,61 a	4,86 a	0,44 a
Triturador de palha	20,11 a	23,81 a	5,03 a	0,46 a
DMS	1,10	1,90	0,28	0,03
C.V.%	7,24	10,45	7,24	7,38
PROFUNDIDADE (P)				
11 cm	18,61 b	22,28 b	4,65 b	0,42 b
14 cm	19,97 a	23,70 ab	4,99 a	0,45 a
17 cm	20,75 a	24,87 a	5,19 a	0,47 a
DMS	0,89	1,63	0,22	0,02
C.V.%	6,37	9,78	6,36	6,37
TESTE F				
C	0,94 NS	0,27 NS	0,95 NS	0,98 NS
M	1,33 NS	0,14 NS	1,31 NS	1,51 NS
P	17,64 **	7,57 **	17,64 **	18,32 **
CxM	0,12 NS	0,98 NS	0,13 NS	0,10 NS
CxP	0,21 NS	2,00 NS	0,20 NS	0,22 NS
MxP	0,36 NS	1,65 NS	0,37 NS	0,42 NS
CxMxP	1,36 NS	0,75 NS	1,36 NS	1,48 NS

NS: não significativo (P>0,05); * : significativo (P<0,05); * * : significativo (P,0,01); C.V. : coeficiente de variação.

Em três variáveis de potência avaliadas, média na barra, por linha e específica (Tabela 15), o comportamento do fator profundidade de deposição de adubo foi o mesmo, ou seja, para as maiores profundidades utilizadas (14 e 17 cm) as demandas de potência necessárias apresentaram-se maiores e semelhantes entre si, sendo estas estatisticamente maiores que a potência requerida na menor profundidade (11 cm).

Para a variável potência de pico o valor apresentado pela menor profundidade (11 cm) foi estatisticamente menor que o valor apresentado pela profundidade maior (17 cm), possivelmente porque a diferença entre as profundidades (3 cm) não tenha sido suficientemente grande a ponto de causar diferenças nos picos de potência, o que aconteceu somente com diferença de 6 cm (entre 11 e 17 cm).

4.3.6 Consumo de combustível

Observando a Tabela 16 pode-se perceber que para o consumo de combustível, os fatores cultura, manejo e profundidade não apresentaram interação estatística significativa entre si, e que os fatores cultura e manejo não interferiram isoladamente em tais variáveis. Constatou-se que o fator profundidade influenciou isoladamente todos os consumos avaliados.

Em quatro variáveis de consumos avaliadas (consumo volumétrico, consumos operacionais e consumo ponderal), o comportamento do fator profundidade de deposição de adubo foi o mesmo, apresentando nas maiores profundidades estudadas (14 e 17 cm) os maiores valores, sendo estes semelhantes estatisticamente e diferentes dos valores apresentados na menor profundidade (11 cm).

Tal fato pode ser explicado pela maior necessidade de potência requerida para tracionar a semeadora-adubadora a maiores profundidades e conseqüentemente maior necessidade de combustível para que esta potência seja gerada. Para a variável consumo específico o valor apresentado pela maior

profundidade (17 cm) foi estatisticamente menor que os apresentados pelas profundidades menor (11 cm) e intermediária (14 cm), sendo estas últimas semelhantes de acordo com o teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 16. Síntese da análise de variância e do teste de médias para as variáveis de consumo volumétrico, consumo operacional, consumo ponderal e consumo específico.

Fatores	Consumo				
	volumétrico (L.h ⁻¹)	operacional (L ha ⁻¹)	Ponderal (kg.h ⁻¹)	operacional (kg.ha ⁻¹)	específico (g.kW.h ⁻¹)
CULTURA (C)					
Mucuna	12,24 a	12,65 a	10,18 a	10,53 a	506,72 a
Crotalaria	12,01 a	12,26 a	9,99 a	10,21 a	517,57 a
DMS	0,93	1,23	0,76	1,00	26,86
C.V.%	10,18	13,20	10,03	12,82	6,99
MANEJO (M)					
Rolo-facas	12,14 a	12,45 a	10,09 a	10,36 a	512,39 a
Herbicida	12,03 a	12,43 a	10,01 a	10,34 a	517,05 a
Triturador de palha	12,20 a	12,49 a	10,15 a	10,41 a	506,99 a
DMS	0,28	0,39	0,22	0,31	22,93
C.V.%	2,95	4,04	2,87	3,91	5,82
PROFUNDIDADE (P)					
11 cm	11,67 b	11,91 b	9,71 b	9,93 b	523,60 a
14 cm	12,48 a	12,89 a	10,35 a	10,69 a	520,82 a
17 cm	12,22 a	12,57 a	10,19 a	10,49 a	492,02 b
DMS	0,29	0,38	0,23	0,31	18,44
C.V.%	3,42	4,34	3,26	4,21	5,10
TESTE F					
C	0,64 NS	0,99 NS	0,62 NS	1,00 NS	1,66 NS
M	1,34 NS	0,96 NS	1,52 NS	0,19 NS	0,68 NS
P	23,74 **	20,67 **	24,57 **	19,89 **	10,75 **
CxM	0,25 NS	0,30 NS	0,29 NS	0,40 NS	0,01 NS
CxP	0,58 NS	0,29 NS	0,61 NS	0,23 NS	1,01 NS
MxP	0,41 NS	1,15 NS	0,42 NS	1,05 NS	0,45 NS
CxMxP	0,13 NS	0,14 NS	0,15 NS	0,18 NS	1,82 NS

NS: não significativo ($P>0,05$); * * : significativo ($P,0,01$); C.V. : coeficiente de variação.

Esta inversão de valores constatada se deve ao fato de que para maiores profundidades, ocorre aumento da potência na barra de tração (Tabela 16) proporcionalmente maior que o aumento do consumo de combustível, incorrendo

assim em valores menores para esta variável, uma vez que são dependentes uma da outra para calcular a variável em questão, também observado por Grotta (2003).

4.3.7 Fluxo de grãos, de MOG (material não grão), total e perdas totais

Na Tabela 17, observa-se que não ocorreu interação estatística entre os fatores estudados para todas estas variáveis.

Tabela 17. Síntese da análise de variância e do teste de médias para as variáveis de fluxo de grãos, fluxo de MOG, fluxo total e perdas totais na colheita do milho.

Fatores	Fluxo			Perdas totais (kg.ha ⁻¹)
	de grãos (kg s ⁻¹)	de MOG (kg s ⁻¹)	total (kg s ⁻¹)	
CULTURA (C)				
Mucuna	3,18 a	1,01 a	4,20 a	21,76 a
Crotalária	3,31 a	1,06 a	4,37 a	21,60 a
DMS	0,57	0,22	0,78	18,48
C.V.%	23,34	28,29	24,28	113,67
MANEJO (M)				
Rolo-facas	3,16 a	1,02 a	4,19 a	22,96 a
Herbicida	3,36 a	1,08 a	4,44 a	21,15 a
Triturador de palha	3,22 a	1,01 a	4,23 a	20,94 a
DMS	0,32	0,15	0,39	9,84
C.V.%	12,75	19,13	11,87	58,95
PROFUNDIDADE (P)				
11 cm	3,22 a	1,02 a	4,24 a	21,60 a
14 cm	3,29 a	1,06 a	4,35 a	21,46 a
17 cm	3,24 a	1,03 a	4,27 a	21,98 a
DMS	0,32	0,11	0,40	10,23
C.V.%	13,82	15,63	13,09	66,84
TESTE F				
C	0,53 NS	0,06 NS	0,53 NS	0,01 NS
M	1,50 NS	0,77 NS	1,75 NS	0,18 NS
P	0,16 NS	0,48 NS	0,27 NS	0,01 NS
CxM	0,28 NS	0,23 NS	0,37 NS	0,03 NS
CxP	0,78 NS	0,54 NS	0,29 NS	0,25 NS
MxP	0,47 NS	0,06 NS	0,36 NS	0,97 NS
CxMxP	0,46 NS	1,72 NS	0,68 NS	0,13 NS

NS: não significativo (P>0,05); C.V. : coeficiente de variação.

Nota-se que os fatores cultura, manejo e profundidade não influenciaram as variáveis, fluxo de grãos, de MOG, total e perdas totais, individualmente. Desse modo, ocorreu semelhança estatística entre as culturas de cobertura, os manejos com triturador, rolo-faca e herbicida e também para as profundidades de deposição de adubo 11, 14 e 17 cm. Tal fato concorda com os resultados obtidos por Souza (2007) para a variável perdas totais. Segundo Mesquita et al. (2002) e Campos et al. (2005), os altos valores encontrados para o coeficiente de variação (66,84% para este trabalho) podem ser justificados pela alta variabilidade da amostra observada em vários estudos sobre perdas na colheita realizados em condições de campo.

As perdas totais (0,25%) estão próximas das observadas por Mello (2006) de 0,35% e Souza (2007) de 0,17% em média ao estudarem o mesmo híbrido e por Vallerio (2005) e Fava (2006) que obtiveram ambos, perdas de 0,3% em local próximo à área estudada, que segundo Mantovani (1989) não deve ultrapassar 10%, quando inviabiliza a colheita mecânica.

Desta forma, constata-se que o valor médio das perdas totais encontrado está entre os mais baixos dentre os trabalhos relacionados às perdas na cultura do milho (Figura 8).

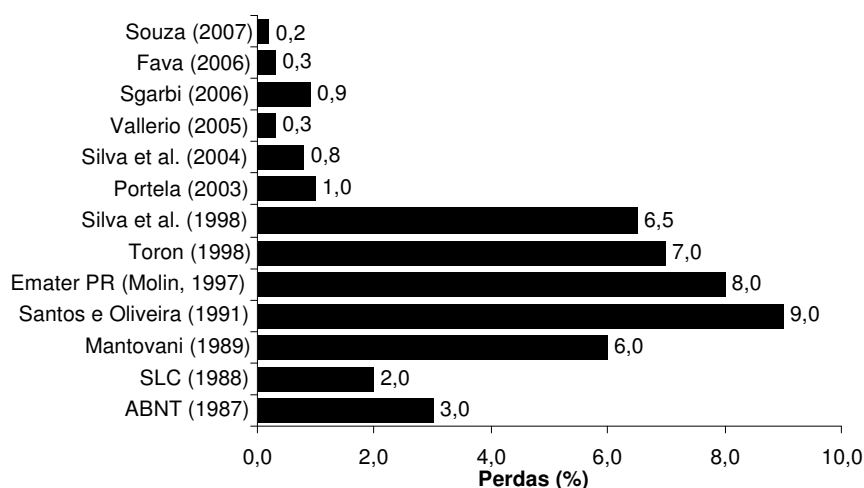


Figura 4. Valores de perdas na colheita de milho, obtido por vários autores. Fonte: Souza (2007).

Mello (2006) observou, em seu estudo, um fluxo de MOG de $0,7 \text{ kg.s}^{-1}$, inferior ao encontrado neste estudo. Porém Souza (2007) encontrou fluxo de $1,23 \text{ kg.s}^{-1}$, resultado superior, mas também não ocorrendo diferença significativa entre os tratamentos estudados, concordando neste ponto também com Vallerio (2005) e Borsatto (2005). Deve-se ressaltar que, apesar destas diferenças no fluxo de MOG, os fluxos de grãos observados por todos os autores citados foram semelhantes, por volta de $3,5 \text{ kg.s}^{-1}$, o que se justifica pelos valores próximos de produção alcançados.

5 CONCLUSÕES

A cultura da crotalária apresentou maior quantidade de matéria seca aos 70 e 97 dias após semeadura quando comparada à cultura da mucuna.

A distribuição longitudinal de plantas não foi influenciada pelos fatores culturas de cobertura, manejo das culturas de cobertura e profundidade da haste sulcadora de adubo.

A cobertura do solo com a mucuna proporciona melhor distribuição longitudinal aceitável das plantas de milho, quando a deposição do fertilizante foi realizada a 0,17m de profundidade.

Os fatores, cultura de cobertura, manejo da cultura de cobertura e profundidade da haste de deposição de adubo não influenciaram as variáveis número médio de dias para emergência, os estandes inicial e final de plantas, porcentagem de sobrevivência das plantas, altura de inserção da primeira espiga, produção de matéria seca e produtividade de grãos para a cultura do milho.

A força de tração média na barra é menor nas profundidades de 0,14 e 0,17 m em relação à profundidade de 0,11m do sulcador de adubo, o mesmo ocorre para a força de tração por linha, força de pico, potência, potência por linha, consumos volumétrico e ponderal.

O consumo específico de combustível do trator na semeadura do milho é maior na profundidade de 0,11 m quando comparado ao consumo específico apresentado nas profundidades de 0,14 e 0,17m do sulcador de adubo.

Os fatores cultura, manejo e profundidade não influenciaram as variáveis, fluxo de grãos, fluxo de MOG, fluxo total e perdas totais.

6 REFERÊNCIAS

ALCANTARA, P.B.; BUFARAH, G. *Plantas forrageiras: gramíneas & leguminosas*. São Paulo: Nobel, 150p. 1979.

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

AMABILE, R.F. *Comportamento de adubos verdes em épocas de semeadura nos Cerrados do Brasil Central*. 1996. 123f. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1996.

AMADO, T.J.C., COGO, N.P., LEVIEN, R. Eficácia relativa do manejo do resíduo cultural de soja na redução das perdas de solo por erosão hídrica. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.13, p. 251-7, 1989.

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

ARAÚJO, A.G., CASÃO JÚNIOR, R., SIQUEIRA, R. Máquinas para semear. *Cultivar Máquinas*, Pelotas, n. 2, p. 10-1, 2001a.

_____. Mecanização do plantio direto: problemas e soluções. *Informe da Pesquisa*, Londrina: IAPAR, n. 137, 18p., 2001b.

ARF, O. *Efeito da adubação verde no desempenho e produção da cultura de milho (Zea mays L.)* Ilha Solteira: UNESP, 1992. 48p. (mimeografado).

AMERICAN SOCIETY OF AGRICULTURAL ENGINEERS. Agricultural tractor test code. In: *ASAE standards 1989: standards engineering practices data*. San Joseph, 1989. p.44-8. (ASAE S209.5)

AMERICAN SOCIETY OF AGRICULTURAL ENGINEERS. Agricultural Machinery Management Data. In: *ASAE standards 1996: standards engineering practices data*. San Joseph, 1996. p. 332-39. (ASAE D-497.2).

AMERICAN SOCIETY OF AGRICULTURAL ENGINEERS. Agricultural machinery management data. In: *ASAE standards 1997: standards engineering practices data*. San Joseph, 1997. p.363-370.

AMERICAN SOCIETY OF AGRICULTURAL ENGINEERS. Agricultural Machinery Management Data. In: *ASAE standards 1999: standards engineering practices data*. San Joseph, 1999. p. 359-66. (ASAE D-497.4).

BALASTREIRE, L. A. Colheita. In_: Máquinas agrícolas. São Paulo: Manole, 1987.p.269-307.

BANZATTO, D. A.; KRONKA, S. N. *Experimentação agrícola*. Jaboticabal: Fundação de Estudos e Pesquisas em Agronomia, Medicina Veterinária e Zootecnia, 2006. 247 p.

BARROS, F.L. *Semeadura direta da cultura do milho (Zea mays L.) em função de diferentes manejos da cobertura vegetal*. 2002. 63 f. Monografia (Trabalho de Graduação em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2002.

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.

VAN RAIJ, B.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. *Boletim Técnico n.º 100: recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo*. Campinas: Instituto Agrônomo de Campinas, 1997. 296p.

BOLLER, W.; KLEIN, V.A.; GUARESCHI, F.R.; GRAEFF, L.E. Desempenho de um picador de palha na trituração de plantas de centeio (*Secale cereale* L.) para cobertura do solo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 22, 1993, Ilhéus. *Anais...* Ilhéus: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola/Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira, 1993. p.1554 – 63.

BOLLER, W.; BIAGGIONI, M. A. M.; GAMERO, C. A. Perdas de grãos de milho pelo mecanismo interno da colhedora, como resposta à variação da folga no cilindro debulhador e velocidade de avanço. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 25, 1996, Bauru. *Anais...* Jaboticabal: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 1996.

BORSATTO, E. A. *Sistemas de preparo do solo e desenvolvimento da cultura do milho (Zea mays L.) em dois espaçamentos entre Linhas*. 2005. 63f. Dissertação (Mestrado em Ciências do Solo) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, Universidade Estadual Paulista, 2005.

BORSATTO, E. A.; FURLANI, C. E. A.; SILVA, R. P.; MELLO, A. J. R.; CORTEZ, J. W.; REIS, G. N. Perdas quantitativas na colheita do milho (*Zea mays* L.) em diferentes manejos e coberturas do solo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 35, 2006, João Pessoa. *Anais...* João Pessoa: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 2006, CD.

BOWMAN, D.I. Feasibility studies on planting corn trials to a stand. *Crop Science*, v.27, p.1231-4, 1987.

BRANQUINHO, K.B. *Semeadura direta da soja (Glycine max L.) em função da velocidade de deslocamento e do tipo de manejo do milho (Pennisetum glaucum (L) R. Brow)*. 2003. 62 f. Dissertação (Mestrado em Ciências do Solo) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, Universidade Estadual Paulista, 2003.

BRANQUINHO, K.B.; FURLANI, C.E.A.; SILVA, R.P.; GROTTA, D.C.C.; BORSATTO, E.A.D. Desempenho de uma semeadora-adubadora direta, em função da velocidade de deslocamento e do tipo de manejo da biomassa da cobertura do solo. *Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, v.24, n.2, p.375-379, 2004.

BULISANI, E.A.; BRAGA, N.R. Atualização em plantio direto. In: _____. *Potencialidades para a utilização de leguminosas como cobertura vegetal de inverno no Estado de São Paulo*. Campinas: Fundação Cargill, 1985. p.223-235.

CALEGARI, A. **Adubação verde**. In: Manual técnico do subprograma manejo e conservação do solo. Curitiba: Secretaria de Agricultura e do Abastecimento, 1989, p. 178-85.

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.

CARDOSO, F. P. Semeadura de precisão em plantio direto. *Plantio Direto*, Passo Fundo, n. 64, p. 16-7, 2001.

CARVALHO, F.L.C., COGO, N.P., LEVIEN, R. Eficácia relativa de doses e formas de manejo de resíduo cultural de trigo na redução da erosão hídrica do solo. *Revista brasileira de Ciência do Solo*. v.14, p.227-34, 1990.

CARVALHO, F.T.; PEREIRA, F.A.R.; PERUCHI, M. Manejo químico das plantas daninhas *Euphorbia heterophila* e *Bidens pilosa* em sistema de plantio direto da cultura da soja. *Plantas Daninhas*, Viçosa, v.21, n.1, p. 145-150, jan/abr, 2003.

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

CASÃO JÚNIOR, R.; SIQUEIRA, R.; ARAÚJO, A. G. Dinâmica de semeadoras-adubadoras de plantio direto (Parte II). *Plantio Direto*, Passo fundo, n. 65, p. 21-7, 2001.

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.

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

CHAHIM FILHO, H.C. *Distribuição longitudinal de plântulas de milho e demanda energética de semeadora-adubadora em função do manejo da cobertura e profundidade de deposição de adubo*. 2005. 41 f. Monografia (Trabalho de Graduação em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2005.

COLLINS, B. A.; FOWLER, D. B. Effect of soil characteristics, seeding depth, operating speed, and opener design on draft force during direct seeding. *Soil & Tillage Research*, Amsterdam, v. 39, n.3, p. 199-211, 1996.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO, Ministério da Agricultura e Abastecimento: *Avaliação da Safra Agrícola 2006/2007 – Oitavo Levantamento – Maio/2007*. <http://www.conab.gov.br>.

CORDEIRO, M.A.L., BENEZ, S.H., SOUSA, A.P. Consumo de combustível em tratores agrícolas trabalhando com semeadoras adubadoras e com pulverizadores. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 17, 1988, Iperó. *Anais...* Iperó: Centro Nacional de Engenharia Agrícola, 1988. p. 339-49.

DALMEYER, A.U. Opções na semeadura. *Cultivar Máquinas*, 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. *Proc. Am. Soc. Hortic. Sci.*, v.71, p. 428-34, 1958.

EMBRAPA. *Serviço Nacional de levantamento e conservação do solo. Manual de métodos e análise de solo*. Rio de Janeiro, 1979. “não pag.”.

EMBRAPA. *Sistema Brasileiro de Classificação de Solos*. Rio de Janeiro: EMBRAPA/CNPQ, 1999. 412p.

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.

FANCELLI, A. L. Fisiologia da produção e aspectos básicos de manejo para alto rendimento. *Plantio Direto*, Passo Fundo, ed. esp., n. 58, p. 56-64, 2000.

FANCELLI, A. L. Cultura do milho é fundamental na estabilidade do sistema plantio direto. *Plantio Direto*, Passo Fundo, n. 67, p. 10-2, 2002.

FANCELLI, A.L., DOURADO NETO, D. Produção de milho. Guaíba: Agropecuária, 360 p. 2000.

FAVA, B.B. Perdas na colheita mecanizada de milho em função de manejos de cultura de cobertura. 2006. 40p. *Trabalho de Graduação* (Agronomia). – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2006.

FEY, E.; SANTOS, S. R. Efeito da velocidade de semeadura sobre a população de plantas, distribuição longitudinal e produção de grãos de milho (*Zea mays* L.). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 29., 2000, Fortaleza. *Anais...* Fortaleza: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 2000. 1 CD-ROM.

FIORIN, J.E. Plantas recuperadoras da fertilidade do solo. In: *Fertilidade do solo em plantio direto*. Aldeia Norte Editora Ltda., p. 39-55, 1999.

FORNAROLLI, D.A., RODRIGUES, B.N., LIMA, J., VALÉRIO, M.A. Influência da cobertura morta no comportamento do herbicida atrazine. *Planta Daninha*, Londrina, v.16, n.2, p.97-107, 1998.

FURLANI, C.E.A. *Efeito do preparo do solo e do manejo da cobertura de inverno na cultura do feijoeiro (Phaseolus vulgaris L.)*. 2000.218 f. Tese (Doutorado em Agronomia/Energia na Agricultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2000.

FURLANI, C. E. A.; LOPES, A., REZENDE, L.C.; SOUZA e SILVA, S.S.; LEITE, M.A.S. Influência da compactação do solo na emergência das plântulas de milho (*Zea mays* L.) a diferentes profundidades de semeadura. *Engenharia na Agricultura*, Viçosa, v.9, n.3, 2001. p.147-53.

FURLANI, C.E.A., GAMERO, C.A., LEVIEN, R., LOPES, A. Resistência do solo à penetração em preparo convencional, escarificação e semeadura direta em diferentes manejos da cobertura vegetal. *Engenharia Agrícola*, Jaboticabal. v. 23, n.3, p.579-87, set/dez. 2003.

FURLANI, C. E. A.; GAMERO, C. A.; LEVIEN, R.; LOPES, A.; SILVA, R. P. da. 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, 2004. p.388-395.

FURLANI, C.E.A. *Sistemas de manejo e rotação de culturas de cobertura em plantio direto de soja e milho*. 2005. 99f. Tese (Livre Docência) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2005.

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

GADANHA JÚNIOR, C.D.; MOLIN, J.P.; COELHO, J.L.D.; YAHN, C.H.; TOMIMORI, S.M.A.W. *Máquinas e implementos agrícolas do Brasil*. São Paulo: Núcleo Setorial de Informações em Máquinas Agrícolas, Fundação de Ciência e Tecnologia do Estado do Rio Grande do Sul, Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, 1991. 449p.

GARCIA, L.F. Introdução e avaliação de leguminosas para adubação verde em solos arenosos de tabuleiros costeiros do Piauí. *Revista Fac. Agron.*, Maracay, n. 28, p. 93-103. 2002.

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.

GERLACH, J.R. *Comparação de sistemas de manejo de culturas de cobertura em semeadura direta*. 2005. 43 f. Monografia (Trabalho de Graduação em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2005.

GIRO, G. *Influência do manejo de culturas de cobertura nas perdas quantitativas da colheita mecanizada de soja (Glicine Max (L.) Merrill)* Trabalho de graduação. Unesp Jaboticabal- SP. 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.

HERNANI, L. C.; SALTON, J. C. Manejo e conservação de solos. In: MILHO: informações técnicas. *Circular Técnica do Centro de Pesquisa Agropecuária Oeste/EMBRAPA*, n. 5, p. 39-67, 1997.

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.

JASA, P.J.; SIEMENS, J.C.; PFOST, D.L. No-till drills. In: *Conservation tillage systems and management: crop residue management with no-till, ridge-till, mulch-till*. Ames: Midwest Plan Service, 1992. p.98-101.

KURACHI, S.A.H., COSTA, J.A.S., BERNARDI, J.A., COELHO, J.L.O., SILVEIRA, G.M. Avaliação tecnológicas de semeadoras e/ou adubadoras: tratamento de dados de ensaios e regularidade de distribuição longitudinal de sementes. *Bragantia*, v.48, p.249-62, 1989.

KURACHI, S.A.H., SILVEIRA, G.M., COSTA, J.A., MORAES, R.A.D.M., BERNARDI, J.A., MOREIRA, C.A., PETRONI, A.C. SILVA, J.R., MESQUITA, C.M. Código de avaliação de semeadoras e/ou adubadoras. *Documento Instituto Agrônomo*. Campinas, n.3, p.1-138, 1986.

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.

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

LEVIEN, R., COGO, N.P., ROCHENBACH, C.A. Erosão na cultura do milho em diferentes sistemas de cultivo anterior e métodos de preparo de solo. *Revista Brasileira de Ciência do solo*, Campinas, v.14, n.1, p.73-80, 1990.

LEVIEN, R., MARQUES, J.P., BENEZ, S.H. Desempenho de uma semeadora adubadora de precisão, em semeadura de milho (*Zea mays* L.), sob diferentes formas de manejo do solo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 28, 1999, Pelotas. *Anais...* Pelotas: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 1999. (Arquivo MAG 097, editado em cd-rom).

LEVIEN, R., GAMERO, C.A., FURLANI, C.E.A. Manejo mecânico de aveia preta com rolo faca e triturador de palhas tratorizado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 30., 2001, Foz do Iguaçu. *Anais...*Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 2001. 1 CD-ROM.

LOCKE, M.A.; BRYSON, C.T. Herbicide: soil interactions in reduced tillage and plant residue management systems. *Weed Sci.*, v.45, p. 307-20, 1997.

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.; LANÇAS, K.P.; FURLANI, C.E.A.; NAGAOKA, A.K., CASTRO NETO, P.; GROTTA, D.C.C. Consumo de combustível de um trator em função do tipo de pneu, da lastragem e da velocidade de trabalho. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*. Campina Grande, v.7, n.2, p.375-79, 2003.

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

MAHL, D.; GAMERO, C. A. Consumo no plantio. *Cultivar Máquinas*, Pelotas, n.22, p.18-21, 2003.

MAHL, D.; GAMERO, C. A.; BENEZ, S. H.; FURLANI, C. E. A.; SILVA, A. R. B. Demanda energética e eficiência da distribuição de sementes de milho sob variação de velocidade e condição de solo. *Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, v.24, n.1, 2004. p.150-157.

MAHL, D. *Desempenho operacional de semeadora em função de mecanismos de corte, velocidade e solos, no sistema plantio direto do milho*. Botucatu, 2006. 143 f. Tese (Doutorado em Agronomia/Energia na Agricultura) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista.

MANTOVANI, E. C. Colheita mecânica do milho. In: *Colheita mecânica, secagem e beneficiamento do milho*. Campinas: Fundação Cargill, p.1-24. 1989. (Série Técnica, 02).

MARONI, J. et al. Velocidad de emergencia del maíz: prestaciones de diferentes órganos para el contacto semilla-suelo durante la siembra. In: BARBOSA, O. A. (ed.). *Avances en ingeniería agrícola 2003-2005*. San Luis: CADIR 2005, p. 9-14.

MARQUES, J.P.; LEVIEN, R.; BENEZ, S.H. Desempenho operacional de um escarificador em solo sob vegetação espontânea diferentemente manejada. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 28, 1999, Pelotas. *Trabalhos Publicados...*Pelotas: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 1999. (Arquivo MAA 097, editado em cd-rom).

McGREGOR, K.C., MUTHLER, C.K., RÖMKENS, M.J.M. Effects of tillage with different crop residue on runoff and soil loss. *Transactions os ASAE (American Society of Agricultural Engineers)*. v.33, p.469-74, 1990.

MELLO FILHO, G. A.; RICHETTI, A. Aspectos socioeconômicos da cultura do milho. In: MILHO: informações técnicas. *Circular Técnica do Centro de Pesquisa Agropecuária Oeste/EMBRAPA*, n. 5, p. 13-38, 1997.

MELLO, A. J. R. *Produtividade e perdas na colheita de dois cultivares híbridos de milho em função da velocidade de semeadura*. 2006. 65f. Dissertação (Mestrado em Ciências do Solo) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, Universidade Estadual Paulista, 2006.

MELLO, A. J. R.; SILVA, R. P.; FURLANI, C. E. A.; LOPES, A.; BORSATTO, E. A. Desempenho do milho (*zea mays* L.) e perdas na colheita mecanizada em função do manejo da cultura de cobertura e população de plantas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 35, 2006, João Pessoa - PB. *Anais...* João Pessoa: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 2006, CD.

MELLO, A. J. R.; BORSATTO, E. A.; REIS, G. N.; JÚNIOR, A. P.; FURLANI, C. E. A.; LOPES, A.; SILVA, R. P. Influência da Profundidade de Semeadura na Emergência de Três Híbridos de Milho (*Zea mays* L.). - In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 33, 2004, São Pedro - SP. *Anais*. São Pedro: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 2004. CD

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, 2001. p.197-205.

MESQUITA, C.M.; GAUDÊNCIO, C.A. *Medidor de perdas na colheita de soja e trigo*. Londrina: EMBRAPA-CNPSO, 1982. 8p. (Comunicado Técnico, 15).

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.

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

MIYASAKA, S. Histórico de estudos de adubação verde, leguminosas viáveis e suas características. In: FUNDAÇÃO CARGILL. *Adubação verde no Brasil*. Campinas, 1984. p.64-123.

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 Agrônômico do Paraná, 1997. p.48-49.

NAGAOKA, A.K., NOMURA, R.H.C. Tratores: semeadura. *Cultivar Máquinas*, Pelotas, n.18, p.24-6, janeiro/abril, 2003.

OLIVEIRA, M. L. Avaliação do desempenho de uma semeadora-adubadora para plantio direto, em duas classes de solo com diferentes tipos de cobertura vegetal. 1997. 50 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa – MG, 1997.

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.

PERIN, A.; GUERRA, J.G.M.; TEIXEIRA, M.G. Cobertura do solo e acumulação de nutrientes pelo amendoim forrageiro. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 38, p. 791-796, 2003.

PERSSE, S. Factors influencing forces, energy and power. In: AMERICAN SOCIETY OF AGRICULTURAL ENGINEERS: *Mechanics of cutting plant material*. St. Joseph, 1987. p. 161-217.

PINHEIRO NETO, R. *Efeito da umidade dos grãos e das regulagens do mecanismo de trilha nas perdas quantitativas e qualitativas na colheita mecanizada de soja (Glycine Max (L) Merrill)*, 1999. 95f. Tese (Doutorado em Agronomia) Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1999.

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

PITELLI, R.A., DURIGAN, J.C. Ecologia das plantas daninhas no sistema de plantio direto. In: DIAZ ROSSELLO, R. (Coordenador): *Siembra directa en Cono Sur*. Montevideo: PROCISUR, 2001. p.203-10.

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

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

PORTELLA, J. A. Influência do ponto de colheita nas perdas de grãos de milho. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 32, 2003, Goiânia. *Anais...* Goiânia: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 2003. CD.

PORTELLA, J.A., SATTLER, A., FAGANELLO, A. Regularidade de distribuição de sementes e de fertilizantes de semeadoras para plantio direto de trigo e soja. *Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, v.17, n.4, p.57-64, 1998.

RUEDELL, J. Manejo integrado de plantas daninhas no sul do Brasil. In: ENCONTRO NACIONAL DE PLANTIO DIRETO NA PALHA, 7., 2001. *Anais...* Federação Brasileira de Plantio Direto na Palha, 2001. p.56-63.

SALGADO, A.L.B.; AZZINI, A.; FEITOSA, C.T.; PETINELLI, A.; VEIGA, A.A. Efeito da adubação NPK na cultura da crotalária. *Bragantia*, v.41, p.21-33, 1982.

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

SANTOS, V.S.; CAMPELO JÚNIOR, J.H. Influência dos elementos meteorológicos na produção de adubos verdes em diferentes épocas de semeadura. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*. Campina Grande, v.7, n.1, p. 91-8, 2003.

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.

SGARBI, V. P. *Perdas na colheita de milho (Zea mays L.) em função da rotação do cilindro trilhador e umidades dos grãos*. 2006. 33p. Trabalho de Graduação (Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, Universidade Estadual Paulista, 2006.

SILVA, P. R. A. *Mecanismos sulcadores de semeadora-adubadora na cultura do milho (Zea mays L.) no sistema de plantio direto*. Botucatu, 2003, 84 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia - Energia da Agricultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista.

SILVA, S. L. *Avaliação de semeadoras para plantio direto: demanda energética, distribuição longitudinal e profundidade de deposição de sementes em diferentes velocidades de deslocamento*. Botucatu, 2000, 123 f. Tese (Doutorado em Energia da Agricultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista.

SILVA, R. P.; CAIXETA, R. V.; FERNANDES, A. L. T.; DRUMOND, L. C. D. Determinação de perdas na colheita de milho na região de Uberaba (MG). In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON AGROPOLES AND AGRO-INDUSTRIAL TECHNOLOGICAL PARKS – AGROTEC'99. *Proceedings...* Barretos, 1999.p.138-40.

SILVA, R. P.; CAIXETA, R. V.; SILVA, E. C. Perdas de grãos ocorridas na pré-colheita e mecanismos internos de uma colheitadeira de milho (*Zea mays* L.). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 27, 1998, Poços de Caldas. *Anais...* Poços de Caldas: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 1998. v.3, p.214-216.

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, v.1, n.1, p.3-10, 2004.

SIQUEIRA, R., BOLLER, W., GAMERO, C.A. Capacidade de trabalho e consumo de combustível na trituração de três coberturas vegetais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 26., 1997, Campina Grande. *Anais...*Campina Grande: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 1997. CD-ROM.

SIQUEIRA, R. et al. Demanda energética do solo por hastes sulcadoras de semeadoras-adubadoras de plantio direto. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 29., 2000, Fortaleza. *Anais...* Fortaleza: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 2000. 1 CD-ROM.

SIQUEIRA, R., ARAÚJO, A.G., CASÃO JÚNIOR, R., RALISCH, R. Desempenho energético de semeadoras-adubadoras de plantio direto na implantação da cultura da soja (*Glycine Max* L.). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 30, 2001, Foz do Iguaçu. *Anais...*Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 2001. (Arquivo CONBEA 233, editado em CD-ROM).

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

SKORA NETO, F. Dessecação: opção pelo melhor produto. *A Granja*, n. 648, p. 55-7, 2002.

SOUZA, L.A. Colheita mecanizada de milho: perdas em função do manejo de cultura de cobertura. 2007. 34p. *Trabalho de Graduação* (Agronomia). – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2007.

SOUZA, C.M.A.; REIS, E.F.; SOBRINHO, T.A.; KOAKOSKI A. Perdas quantitativas de milho cultivado na Zona da Mata de Minas Gerais. In Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, 34, 2005, Canoas, **Anais...**, Jaboticabal: SBEA, 2005.

TOURINO, M. C.; KLINGENSTEINER, P. Ensaio e avaliação de semeadoras-adubadoras. - In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 13, 1983, Rio de Janeiro - RJ. *Anais*. Rio de Janeiro: UFRRJ, 1983. v.2, p.103-16.

VALLERIO, F. A. *Perdas na colheita do milho (Zea mays L.) em função do manejo de culturas de cobertura e população de plantas*. 2005. 42p. Trabalho de Graduação (Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, Universidade Estadual Paulista, 2005.

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.

WUTKE, E.B. Adubação Verde, manejo da fitomassa e espécies utilizadas no Estado de São Paulo. In: WUTKE, E.B.; BULISANI, E.A.; MASCARENHAS, H.A.A. *Curso de adubação verde no Instituto Agrônomo*. Campinas: Instituto Agrônomo, 1993. p.17-29. (Documentos, 1)