

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

**VELOCIDADE DE SEMEADURA E PROFUNDIDADE DA  
HASTE EM SISTEMA PLANTIO DIRETO DE MILHO E SOJA**

**Fabio Alexandre Cavichioli**

Engenheiro Agrônomo

2014

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS  
CAMPUS DE JABOTICABAL**

**VELOCIDADE DE SEMEADURA E PROFUNDIDADE DA  
HASTE EM SISTEMA PLANTIO DIRETO DE MILHO E SOJA**

**Fabio Alexandre Cavichioli**

**Orientador: Prof. Dr. Carlos Eduardo Angeli Furlani**

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).

Cavichioli, Fabio Alexandre  
C382p Velocidade de semeadura e profundidade da haste em sistema  
plântio direto de milho e soja / fabio alexandre cavichioli. - -  
jaboticabal, 2014  
xv,80p.: il; 28 cm

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de  
Ciências Agrárias e Veterinárias, 2014  
Orientador: Carlos Eduardo Angeli Furlani  
Banca examinadora: José Eduardo Pitelli Turco, José Maria do  
Nascimento, Teresa Cristina Tarlé Pissarra, Adilson José Rocha Mello  
Bibliografia

1. Características agrônômicas. 2. Desempenho operacional. 3.  
Mecanização. 4. Produtividade. 5. Semeadora-adubadora. I. Título. II.  
Jaboticabal-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

CDU 631.33:633

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**

**Fabio Alexandre Cavichioli** – nascido em Matão, São Paulo, no dia 16 de Dezembro de 1983, filho de Nicanor Cavichioli e Ivone Monezi Cavichioli, cursou o 1º e 2º grau na Escola Estadual Vereador Antônio Comar em Dobrada, São Paulo. Ingressou no ensino superior em 2005 no “Instituto Taquaritinguense de Ensino Superior”\_ITES – em Taquaritinga, São Paulo, no curso de Agronomia, durante a graduação realizou estágios em usinas de açúcar e álcool e cooperativas: usina Santa Luiza na cidade de Motuca, São Paulo, na usina Bonfim na cidade de Guariba, São Paulo e na Coopercitrus na cidade de Araraquara, São Paulo, concluindo-o no ano de 2008. No período de 2009 a 2011 cursou o mestrado em Agronomia vinculada ao Programa de Ciência do Solo na Universidade Estadual Júlio de Mesquita Filho\_ UNESP – de Jaboticabal, São Paulo, desenvolvendo atividades no Departamento de Engenharia Rural, em 2013 começou a ministrar aulas no curso de Agronegócio no Centro Paula Souza, Fatec/Taquaritinga nas disciplinas de Agricultura de Precisão e Biocombustíveis.

**AGRADEÇO**

À DEUS, por mais esta oportunidade em minha vida

Aos meus Pais, Nicanor Cavichioli e Ivone Monezi Cavichioli, minha eterna namorada e amada Viviane Romana Rodrigues Cavichioli pelo carinho, paciência e confiança.  
Pelo mais novo membro da Família Cavichioli o meu filho Nicolas.

**DEDICO**

À minha eterna namorada Viviane Cavichioli,

Ao meu filho Nicolas Rodrigues Cavichioli

Aos meus pais Nicanor e Ivone,

Ao meu irmão Fernando e minha cunhada Marta,

Às minhas amáveis sobrinhas Maria Fernanda e Maria Luiza,

À minha avó Nedina,

E a todos os tios, tias, primos e primas,

**OFEREÇO**

## AGRADECIMENTOS

À Deus, por me proporcionar mais este momento de felicidade e realização na minha vida.

Ao pesquisador e amigo, Prof. Dr. Carlos Eduardo Angeli Furlani pela orientação, ensinamentos, sugestões seguras durante a realização do trabalho e amizade.

Ao pesquisador e amigo, Prof. Dr. Rouverson Pereira da Silva pela imensa atenção, constante ajuda e amizade.

Ao pesquisador e amigo, Prof. Dr. José Maria do Nascimento pelos ensinamentos e amizade.

Ao pesquisador e amigo, Prof. Dr. Adilson José Rocha Mello pelos ensinamentos e amizade.

À pesquisadora e amiga, Prof. Dra. Teresa Cristina Tarlé Pissarra pelos ensinamentos e amizade.

À Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – FCAV, UNESP, Câmpus de Jaboticabal.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudos durante parte do doutorado.

Aos parceiros de todas as horas Rafael Bertonha, Leomar, Marcelo Cassia, Marcelo BM, Ariel, Murilo, Carlos (Carlito), Vicente e Cristiano, e as parceiras Melina e Erika pela ajuda durante o curso e pelos bons momentos juntos.

Aos assistentes do LAMMA, Aparecido Alves (Cidão), Sebastião F. da Silva (Tiãozinho), Valdecir Aparecido (Maranhão), pela grande colaboração na realização dos trabalhos e amizade nessa grande conquista.

A FCAV/UNESP, em especial ao Departamento de Engenharia Rural, e aos funcionários do departamento, muito obrigado, pois todos de alguma forma colaboraram para esse momento tão feliz na minha vida.

Àquelas pessoas, que embora não tenha citado os nomes, de uma forma ou de outra contribuíram para realização deste trabalho.

Aos membros da banca examinadora, por ter aceitado esse convite muito especial e pelo grande conhecimento para melhorar o meu trabalho.

## SUMÁRIO

	<b>Páginas</b>
<b>LISTA DE TABELAS .....</b>	<b>x</b>
<b>LISTA DE FIGURAS .....</b>	<b>xii</b>
<b>RESUMO.....</b>	<b>xiii</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>xv</b>
<b>I INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
<b>II REVISÃO DE LITERATURA .....</b>	<b>3</b>
1 A CULTURA DO MILHO .....	3
2 A CULTURA DA SOJA .....	4
3 SISTEMA PLANTIO DIRETO E PRODUÇÃO DE PALHA.....	5
4 SEMEADORA-ADUBADORA PARA PLANTIO DIRETO .....	6
5 DESEMPENHO OPERACIONAL DO CONJUNTO TRATOR-SEMEADORA .....	8
<b>III MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>13</b>
1 Caracterização da área experimental .....	13
1.1 Insumos básicos.....	16
1.1.1 Sementes.....	16
1.1.2 Fertilizantes.....	16
1.1.3 Tratamentos de sementes e inoculação .....	16
1.1.4 Defensivos Agrícolas .....	17
1.1.5 Máquinas e Equipamentos.....	17
2 Delineamento experimental.....	18
2.1 Primeiro ano agrícola – 2010-2011 .....	18
2.2 Segundo ano agrícola – 2011/2012 .....	20
3 Equipamentos utilizados.....	21
3.1 Trator .....	21
3.2 Semeadora-adubadora .....	21
3.3 Sistema de aquisição de dados .....	22
3.4 Metodologia Utilizada para determinação dos parâmetros a serem analisados ..23	
3.4.1 Velocidade de deslocamento e capacidade de campo operacional.....	23

	ix
3.4.2 Força e potência na barra de tração .....	24
3.4.3 Patinagem dos rodados do trator .....	25
3.4.4 Consumo horário de combustível .....	25
3.4.5 Consumo operacional de combustível .....	26
4 Desenvolvimento das culturas.....	27
4.1 Avaliações na cultura do milho.....	27
4.1.1 Número médio de dias para emergência das plântulas .....	27
4.1.2 Distribuição longitudinal das plântulas .....	27
4.1.3 População inicial das plantas .....	28
4.1.4 Altura de inserção da 1ª espiga viável, altura de plantas e o diâmetro do colmo.....	28
4.1.5 População final de plantas e porcentagem de sobrevivência de plantas.....	29
4.1.6 Número de fileiras e número de grãos na fileira .....	29
4.1.7 Produtividade de grãos, massa de matéria seca de palha e de sabugo .....	30
4.2 Avaliações na cultura da soja.....	31
4.2.1 População inicial das plantas .....	31
4.2.2 Altura de planta, inserção de 1ª vagem e número de vagens por planta .....	31
4.2.3 População final de plantas e porcentagem de sobrevivência de plantas.....	31
4.2.4 Produtividade de grãos .....	31
5. Apresentação dos resultados obtidos na pesquisa .....	32
<b>IV RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>33</b>
1 Primeiro ano agrícola semeadura da cultura do milho .....	33
1.1 Desempenho operacional do conjunto trator-semeadora/adubadora .....	33
1.2 Características agronômicas da cultura do milho.....	38
2 Segundo ano agrícola semeadura da cultura da soja .....	43
2.1 Desempenho operacional do conjunto trator-semeadora/adubadora .....	43
2.2 Características agronômicas da cultura da Soja .....	49
<b>V CONCLUSÕES.....</b>	<b>54</b>
<b>VI REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>55</b>

**LISTA DE TABELAS**

<b>Tabelas</b>	<b>Página</b>
1. Cronograma das atividades realizadas durante a condução do experimento.....	14
2. Análise granulométrica simples do solo na camada de 0 a 0,2 m, em um LATOSSOLO VERMELHO Eutroférico Típico A moderado, textura argilosa, em Jaboticabal, SP. ....	15
3. Análise química do solo na camada de 0 a 0,2 m, em um LATOSSOLO VERMELHO Eutroférico Típico A moderado, textura argilosa, em Jaboticabal, SP. ....	16
4. Desdobramento para força, potência média e potência pico.....	35
5. Valores médios obtidos para o consumo de combustível horário (L/h) e operacional (L/ha) e da capacidade de campo operacional (CCo), na operação de semeadura de milho.....	37
6. Desdobramento para Capacidade de Campo Operacional (CCO).....	38
7. Valores médios obtidos para distribuição longitudinal de plantas de milho, número de dias de emergência (NDE) na cultura do milho. ....	40
8. Valores médios obtidos para diâmetro do colmo, altura de planta e altura de inserção da primeira espiga na cultura do milho.....	41
9. Valores médios obtidos para estante inicial e final das plantas e a produtividade da cultura do milho.....	42
10. Valores médios obtidos para força média e pico na barra de tração e potência média e pico na barra de tração na semeadura da soja. ....	44
11. Desdobramento para força e potência média.....	45
12. Valores médios obtidos para consumo de combustível horário (l/h) e operacional (l/ha) e da capacidade de campo operacional (CCo), na operação de semeadura da soja.....	46

	xi
<b>13.</b> Desdobramento para Capacidade de Campo Operacional (CCO).....	47
<b>14.</b> Valores médios obtidos para patinagem na operação de semeadura da cultura da soja.....	49
<b>15.</b> Valores médios obtidos para número de vagens por planta, altura de planta, altura de inserção de primeira vagem, na cultura de soja.....	51
<b>16.</b> Valores médios obtidos para estante inicial e final das plantas e a produtividade da cultura da soja.....	53

**LISTA DE FIGURAS**

<b>Figuras</b>	<b>Páginas</b>
1. Imagem de satélite da área experimental.....	13
2. Precipitação pluvial (mm), médias de temperatura máxima, mínima e média (°C) durante a condução do experimento.....	15
3. Croqui da área experimental no primeiro ano agrícola e distribuição das parcelas no campo. ....	19
4. Croqui da área experimental no segundo ano agrícola e distribuição das parcelas no campo. ....	20
5. Trator BM125i utilizado na semeadura do milho e da soja.....	21
6. Semeadora-adubadora utilizada para a semeadura. ....	22
7. Micrologger CR23X montado no trator.....	22
8. Unidade de radar Dickey John RVS II montado no trator.....	23
9. Célula de carga Shimizu TF 400 montada sobre o berço. ....	24
10. Medidor de consumo horário de combustível utilizado no experimento.....	26
11. Medição dos espaçamentos entre plantas para determinação da distribuição longitudinal no campo. ....	28
12. Altura das plantas (a), e diâmetro do colmo (b).....	29
13. Máquina trilhadora estacionária. ....	30

## VELOCIDADE DE SEMEADURA E PROFUNDIDADE DA HASTE EM SISTEMA PLANTIO DIRETO DE MILHO E SOJA

**RESUMO** – O sistema plantio direto (SPD) é uma realidade na agricultura brasileira, que vem crescendo a cada ano, sendo necessário cada vez mais a modernização e estudo do tema, diante de mecanismos agregados às máquinas. Este sistema destaca-se pela menor intensidade de mobilização do solo, e pela redução da frequência de tráfego de máquinas agrícolas sobre o terreno, e por manter sobre a superfície do mesmo uma quantidade maior de massa vegetal, o que o caracteriza como conservacionista. Objetivou-se nesta tese estudar a possível interação entre velocidades de deslocamento do conjunto trator/semeadora-adubadora e profundidades das hastes sulcadoras na semeadura direta de milho e soja. O experimento foi instalado nos anos agrícolas de 2010/11 e 2011/12 e foi conduzido na área da Fazenda de Ensino, Pesquisa e Produção da UNESP/Jaboticabal-SP, com esquema fatorial 2x3 conduzido sob delineamento experimental em blocos casualizados, com seis tratamentos e quatro repetições, perfazendo um total de 24 parcelas experimentais de 300 m<sup>2</sup>. Os tratamentos foram constituídos de duas velocidades de deslocamento do conjunto trator/semeadora-adubadora (4,5 e 6,5 km h<sup>-1</sup>), combinados com três profundidades de trabalho das hastes sulcadoras de adubo (10; 12,5 e 15 cm), para a semeadura da cultura do milho e da soja. Conclui que a variação na velocidade de deslocamento na operação de semeadura do milho não interferiu na distribuição longitudinal de plântulas, exceto os falhos, estande inicial, produtividade de grãos e na demanda de consumo de combustível. O trator exigiu maior força de tração na barra e potência na operação de semeadura do milho e da soja quando se utilizou a velocidade de 6,5 km h<sup>-1</sup>, trabalhando com a profundidade de 15 cm das hastes sulcadoras. A utilização da maior velocidade de deslocamento do conjunto trator/semeadora-adubadora e a menor profundidade de trabalho das hastes sulcadoras proporcionou menor demanda de força do conjunto tratorizado e mesma produtividade da cultura do milho. A velocidade de 6,5 km h<sup>-1</sup> aliado a profundidade de trabalho das hastes de 12,5 cm é o indicado para a realização da semeadura do milho e da soja nesse trabalho, proporcionando a maior produtividade. A variação das velocidades de deslocamento do conjunto trator/semeadora-adubadora e das profundidades das hastes sulcadoras

apresentaram interações significativas entre elas, sendo que na variável produtividade não houve interação entre os tratamentos estudados na cultura do milho e da soja.

**PALAVRAS-CHAVE:** Características agronômicas, desempenho operacional, mecanização, produtividade, semeadora-adubadora.

## **SPEED SEEDING AND PLANTING DEPTH ROD IN NO TILLAGE OF CORN AND SOYBEAN**

**ABSTRACT-** No tillage is a reality in Brazilian agriculture, which is growing every year, modernization and study of the subject being required increasingly facing new aggregate machinery mechanisms. This system is characterized by less intensive tillage, and by reducing the frequency of agricultural machinery traffic on the ground, and remain on the surface of even greater amount of plant mass, which characterizes it as a conservationist. Crops of corn and soybeans have high yield potential and can reach high yields. The objective of this thesis to study the possible interaction between travel speeds of the tractor assembly / seeder and depths of the planter chisel tillage corn and soybeans. The experiment was conducted in the agricultural years 2010/11 and 2011/12 and was conducted in the area of Finance of Education, Research and Production, UNESP / Jaboticabal, the soil of the experimental area was classified as Typic typical Eutroferric The moderate clayey, with a 2x3 factorial conducted in a randomized block design with six treatments and four replications, for a total of 24 experimental plots of 300 m<sup>2</sup>. The treatments consisted of two velocities of the tractor / seeder (4,5 and 6,5 km h<sup>-1</sup>), combined with three working depths of planter chisel fertilizer (10, 12,5 and 15 cm), for the sowing of corn and soybeans. The results showed that the variation in travel speed in the operation of maize sowing did not affect the longitudinal distribution of seedlings, initial stand, grain yield and demand for fuel. The tractor demanded greater power drawbar pull and power in the operation of sowing corn and soybeans when using the speed 6,5 km h<sup>-1</sup>, working with the depth 15 cm of the planter chisel. The use of higher travel speed of the tractor / seeder and set the working depth of the lower planter chisel provided less power demand set and trailed the same productivity of maize. The speed of 6,5 km h<sup>-1</sup> ally working depth of 12,5 cm rods is indicated for the completion of sowing of corn and soybeans in this work, providing increased productivity. The variation in travel speeds tractor / seeder and the depths of the planter chisel set showed significant interactions between them, and the productivity variable there was no interaction between the treatments studied in corn and soybeans.

**KEYWORDS:** Agronomic characteristics, operational performance, mechanization, productivity, precisions seeder.

## I INTRODUÇÃO

As culturas do milho e da soja apresentam alto potencial produtivo, no entanto as baixas produtividades podem estar relacionadas a tecnologias inadequadas de manejo. Aliado a isso, a qualidade da operação de semeadura pode ser um dos diferenciais para o estabelecimento adequado da cultura. Além desse aspecto citadas anteriormente as culturas têm um importante papel sócio-econômico no Brasil, pois desempenham função estratégica na cadeia produtiva. Para a indústria, o milho é matéria-prima que possibilita a obtenção de subprodutos destinados à alimentação humana e animal, portanto, existem inter-relações com outras cadeias produtivas, aumentando a importância da produtividade.

O sistema plantio direto (SPD) é uma realidade na agricultura brasileira, que vem crescendo a cada ano, sendo necessário cada vez mais a modernização e estudo do tema, diante de novos mecanismos agregados às máquinas. Este sistema destaca-se pela menor intensidade de mobilização do solo e pela redução da frequência de tráfego de máquinas agrícolas sobre o terreno, e por manter sobre a superfície do mesmo uma quantidade maior de massa vegetal, o que o caracteriza como conservacionista.

O emprego do SPD no Brasil passou a ser visto como importante forma de manejo dos solos, visto que, áreas com preparo convencional possibilitam maior intensidade de processos erosivos, pelo arraste de solo com a declividade, perdendo-se a parte mais fértil do solo. É importante ressaltar, que no SPD também ocorre movimentação de água e solo sob a palhada, mas menos intensa quando comparada ao preparo convencional, com grande diferença na velocidade com que a água se move no SPD, que é bem menor.

Assim sendo, a inserção do SPD em áreas tropicais é comum, e visa melhorar a estrutura do solo, bem como o aumento de produtividade das culturas. Porém, o SPD pode ocasionar compactação nas camadas mais superficiais do solo, interferindo no desenvolvimento e na produtividade das culturas. Com isso, o mecanismo de abertura de sulco tipo haste torna-se necessário em determinados casos, principalmente em solos argilosos para romper a camada compactada.

A avaliação do desempenho de semeadoras-adubadoras é uma ferramenta indispensável aos produtores que buscam competitividade de mercado e sucesso da

produtividade. As falhas na semeadura podem acarretar perdas na produtividade. Diversos fatores podem interferir na operação de semeadura podendo estar relacionados à semente, solo, máquina, clima e operador.

Objetivou-se nesta tese estudar a possível interação entre velocidades de deslocamento do conjunto trator/semeadora-adubadora e profundidades das hastes sulcadoras na semeadura direta de milho e soja.

### **Hipótese**

O aumento da velocidade pode interferir na qualidade da operação de semeadura;

O aumento da profundidade da haste pode ser em função da camada compactada, porém, o aumento acarreta em maior demanda energética.

## **II REVISÃO DE LITERATURA**

### **1 A CULTURA DO MILHO**

O milho é uma cultura de grande importância na economia brasileira, com uma área entre 15,3 e 15,7 milhões de hectares para a safra 2013/14, e com produção de 78,6 milhões de toneladas (CONAB, 2014).

Esta cultura, em função do seu potencial produtivo, composição química e valor nutricional, constitui-se em um dos mais importantes cereais cultivados e consumidos no mundo. Utilizado na alimentação humana e animal, tem relevante papel socioeconômico e indispensável matéria prima impulsionadora de diversos complexos agroindustriais (FANCELLI & DOURADO NETO, 2004).

PEREIRA FILHO et al. (2008) constataram que a densidade de semeadura é um aspecto importante na implantação da cultura do milho, sendo a principal causa responsável, pela baixa produtividade de milho no Brasil. O potencial de produtividade está enquadrado em algumas variáveis como a densidade de semeadura, espaçamento entre linhas, disponibilidade de água, nutrientes, manejo das plantas daninhas e variações climáticas.

Segundo Molin (2000), a expressão do potencial produtivo na cultura do milho depende da carga genética e de fatores ambientais, principalmente, luz, água, temperatura e nutrição. Quanto ao aproveitamento de luz, pode-se aumentar a interceptação de luz para reduzir o espaçamento entre as linhas de semeadura do milho. Segundo o mesmo autor, o incremento da produção de grãos por meio da redução de espaçamento, além da conversão da radiação solar, depende da arquitetura das plantas, sendo esperado melhores resultados em plantas de menor estatura e com folhas mais eretas.

De acordo com SILVA (2004), a baixa produtividade é devido a não adequação de vários fatores como a fertilidade do solo, população, arranjo de plantas, escolha de cultivares adaptadas a cada condição de manejo, clima e práticas culturais. Aliado a isso, a qualidade da operação de semeadura torna-se fundamental para o estabelecimento da cultura.

## 2 A CULTURA DA SOJA

A soja é uma cultura de grande importância na economia brasileira, com área estimada entre 28,7 e 29,3 milhões de hectares para a safra 2013/14, com crescimento de 5,5 e 9,1%, respectivamente em relação à safra 2011/12 e com produção de 88,6 milhões de toneladas (CONAB, 2014). Em decorrência da melhoria das tecnologias empregadas para obtenção de altas produções, tem proporcionado aumento significativo dos valores percentuais, com o intuito de verticalizar a produção de acordo com o uso dessas tecnologias, com a grande maioria das áreas exploradas com soja no território brasileiro em regiões tropicais, em que predominam formações de solos de elevado grau de intemperismo (BORKERT et al., 2005).

No sistema plantio direto, a rotação de culturas em sistema de produção de soja, é prática imprescindível. O cultivo de soja na mesma área resulta em decréscimo na produtividade devido à uma combinação de fatores: aumento da incidência de doenças e pragas, aumento de plantas daninhas específicas, diminuição da disponibilidade de nutrientes do solo, diminuição do desenvolvimento radicular, acúmulo de substâncias tóxicas ou inibidoras de crescimento (DERPSCH, 1991).

A produtividade da cultura da soja tem como um dos principais componentes o estabelecimento de uma população de plantas adequadas, embora se saiba que a cultura tenha uma alta capacidade de compensação em função da população de plantas obtida. Existe, porém, uma população mínima, abaixo da qual a produtividade da cultura será seguramente reduzida. As novas cultivares em uso na região tropical requerem baixa densidade de semeadura, ao redor de 600.000 plantas por hectare, o que implica na utilização de sementes de alta qualidade fisiológica (FURLANI, 2005).

A cultura da soja tem limitada contribuição na adição de resíduos ao solo, pois raramente ultrapassa  $2,5 \text{ t ha}^{-1}$ . Portanto, com o objetivo de atender à necessidade de adição de matéria vegetal seca necessária para recuperar o teor de matéria orgânica, estimada em mais de  $6 \text{ t ha}^{-1}$  ano, faz-se necessário que esta cultura seja utilizada em um programa de rotação, com culturas que privilegiam a produção de matéria seca. Nestes programas de rotação de cultura, a combinação de gramíneas e leguminosas é importante estratégia na melhoria da qualidade física do solo, devido a razão de perda de solo diminuir com o desenvolvimento da cultura da soja (BERTOL et al; 2001).

### **3 SISTEMA PLANTIO DIRETO E PRODUÇÃO DE PALHA**

No Sistema Plantio Direto (SPD) a produção de palha torna-se indispensável à formação e manutenção da cobertura morta sobre o solo, pois protege o solo contra o impacto das gotas de chuva, diminui o escoamento superficial de água e fornece ao solo matéria orgânica que promove maior resistência ao processo erosivo e ainda, diminui a temperatura do solo, reduzindo assim, as perdas por evapotranspiração (ASSIS & BAHIA, 1998).

A técnica do plantio direto consiste no mais baixo grau de mobilização do solo, em seus aspectos (extensão de superfície do terreno trabalhada, profundidade de preparo e grau de fragmentação do volume de solo mobilizado). Nesse sistema, o solo é rompido apenas para se colocar nele as sementes ou mudas/partes vegetativas das plantas, ficando a maioria dos resíduos culturais remanescentes de culturas anteriores na superfície (OLIVEIRA et al., 2012).

Na região tropical, onde há predomínio de temperaturas altas, associada à distribuição irregular de chuvas com altas precipitações no verão, a oxidação da matéria orgânica é muito rápida (PAULA et al. 1998). Sendo necessário a utilização de coberturas mortas eficientes e que possuam altas relações C/N, que proporciona melhor tempo de cobertura, evitando que o solo fique exposto na época de seca e das chuvas, e servindo posteriormente como palhada para realização do SPD.

A vantagem desse sistema está associada ao fato da palhada acumulada pelas culturas de cobertura e dos restos vegetais de lavouras comerciais criarem ambientes favoráveis à recuperação e manutenção da qualidade do solo (MENEZES, 2002). A manutenção do solo estruturado e coberto com plantas vivas ou com palhada é fator chave para que o solo suporte a ação mecânica das máquinas agrícolas, sem que haja compactação. Entretanto, a persistência da palhada no solo depende das condições de teor de água e temperatura, que no Brasil, em geral, se apresenta elevada durante boa parte do ano, resultando em rápida decomposição do material. As taxas de decomposição dos materiais de cobertura estão diretamente relacionadas com a natureza do material vegetal, o volume, a fertilidade do solo, o manejo da cobertura e as

condições climáticas que, por sua vez, afetam a atividade microbiológica do solo (KLIEMANN et al., 2006).

De acordo com Calegari (2000), o SPD com o emprego de plantas de cobertura, conduzidas em rotação com cultivos comerciais, permite melhor distribuição do trabalho durante o ano, o que resulta em economia e diversificação, e promove maior diversidade biológica, melhor redistribuição e aproveitamento de nutrientes no solo e um sistema sustentável.

As forrageiras tropicais, por outro lado, os nutrientes residuais deixados pelas lavouras na superfície do solo, reciclam os nutrientes do subsolo, repõem a matéria orgânica e promovem a aração biológica do solo graças à abundância e agressividade de seus sistemas radiculares e à atividade biológica decorrente (AIDAR & KLUTHCOUSKI, 2003).

Com a adoção do SPD, a ausência de revolvimento do solo e manutenção de cobertura, seja esta viva ou morta, pode afetar a dinâmica de infestação de plantas daninhas, diminuindo-as. De acordo com Cordeiro et al. (2006), no cultivo de milho convencional observou-se aumento da população de plantas de tiririca (*Cyperus rotundus* L.) comparado ao milho em área de SPD. O SPD recupera o teor de carbono orgânico do solo, e quando complementado com o sistema de rotação de culturas, plantas de cobertura e plantas invasoras contribui para antecipação dessa recuperação e ainda proporciona melhoria do estado de agregação (CALEGARI et al., 2006).

#### **4 SEMEADORA-ADUBADORA PARA PLANTIO DIRETO**

As semeadoras utilizadas no SPD devem ser robustas e resistentes, possuir eficiente capacidade operacional e demandar o menor uso de energia (LEVIEN et al. 2001). O SPD se intensificou após o início da fabricação de semeadoras-adubadoras providas de discos de corte e capazes de penetrar em solos compactados (DERPSCH et al. 1991).

De acordo com SIQUEIRA et al. (2001), no SPD, são requeridas máquinas específicas para semeadura que minimizem o revolvimento de solo e a remoção da cobertura vegetal. As semeadoras foram às máquinas que mais sofreram modificações,

devido à necessidade de realizar o corte da cobertura vegetal, a penetração do sulcador para abertura do sulco e mecanismo de aterramento.

A primeira geração de semeadoras-adubadoras para SPD chegou ao Brasil no início dos anos 70, importadas de países europeus, sendo dotadas de sulcadores tipo facas rotativas (COELHO, 1998). DALLMEYER (2001) relatou que grandes modificações foram introduzidas nos equipamentos desde os anos 70, desde a rústica "Rotacaster", uma enxada rotativa de lâminas estreitas provida de caixas de distribuição de sementes e fertilizantes, projetada para a renovação de pastagens na Inglaterra.

MURRAY et al. (2006) citaram que os componentes de uma semeadora-adubadora podem ser classificados em de ataque inicial ao solo, de abertura do sulco, de controle de profundidade, de dosagem de sementes e fertilizantes, e de condução das sementes e fertilizantes.

Os componentes de ataque ao solo incluem disco de corte de palha e sulcador para fertilizante, que podem ser de dois tipos: discos ou hastes, sendo que estes últimos têm sido usados com mais frequência, pela maior capacidade de penetração no solo (MODOLO et al. 2008). Porém, o disco de corte e a haste sulcadora, que são necessários para o corte da palha e abertura de um sulco para deposição de fertilizante e sementes, em geral, mobilizam muito o solo (IAPAR, 2002).

Independente do tipo, número de linhas, força de tração ou potência utilizada, uma semeadora-adubadora de SPD, conforme SIQUEIRA et al. (2004), deve-se cortar a palha, abrir o sulco com pequena remoção de solo e palha, dosar o fertilizante e as sementes, depositar o fertilizante e as sementes em profundidades adequadas, cobrir as sementes com solo e palha e compactar solo lateralmente à semente.

De acordo com AMADO et al. (2005), a eficiência das semeadoras-adubadoras é avaliada pela qualidade e quantidade de trabalho que executam. A quantidade é obtida pela capacidade operacional e os fatores que interferem mais diretamente são a largura de trabalho e a velocidade de deslocamento. A qualidade da semeadura requer a obtenção de uma população de plantas com densidade pré-estabelecida, obtida pela combinação de fatores, dentre eles, qualidade das sementes, adequado preparo do sulco de semeadura, cobertura das sementes e contato com o solo e água, localização das sementes no solo tanto em profundidade como em posição na linha de semeadura,

espaçamento entre plantas, manutenção da cobertura do solo e uniformidade de emergência de plântulas.

Para a obtenção de sucesso em SPD, a seleção de componentes adequados para as semeadoras-adubadoras, é sem dúvida uma ação necessária para manutenção da eficácia do sistema. Dentre os itens a serem verificados, os mecanismos de corte de palha das mesmas influenciam muito na operação (SILVA, 2000).

Os componentes de abertura do sulco e controle da profundidade são de extrema importância, estando muitas vezes relacionados à produtividade final da cultura (MAHL et al. 2004).

## **5 DESEMPENHO OPERACIONAL DO CONJUNTO TRATOR-SEMEADORA**

Em sistemas conservacionistas, como o sistema plantio direto, as condições do solo e de cobertura geralmente são menos favoráveis à deposição das sementes e fertilizantes que as verificadas nos preparos com intensa mobilização (aração e gradagens), sendo necessários maiores cuidados nesta operação (CORTEZ, 2007). Portanto, as semeadoras-adubadoras utilizadas no sistema de semeadura direta devem ser robustas e resistentes, possuir eficiente capacidade operacional e demandar o menor consumo de energia possível (LEVIEN et al., 2001).

Murray et al. (2006) citam que os componentes de uma semeadora-adubadora podem ser classificados como: de ataque inicial ao solo; de abertura do sulco; de controle de profundidade; de dosagem de sementes e de condução das sementes. Os componentes de ataque ao solo incluem disco de corte de palhada e sulcador para fertilizante, que podem ser de dois tipos: discos ou hastes, sendo que este último tem sido usado com maior frequência, pela maior capacidade de penetração no solo (MODOLO et al., 2008). Porém, o disco de corte e a haste sulcadora, que são necessários para o corte da palhada e abertura de um sulco para deposição de fertilizante e sementes, em geral mobilizam muito o solo (IAPAR, 2002).

Independentemente do tipo, do número de linhas, da força de tração ou da potência utilizada, uma semeadora-adubadora de plantio direto, conforme Siqueira e Casão Júnior (2004), deve cortar a palhada, abrir o sulco com pequena remoção de solo e palhada, dosar o fertilizante e as sementes, depositar o fertilizante e as sementes

em profundidades adequadas, cobrir as sementes com solo e palhada e compactar o solo lateralmente à semente.

De acordo com Oliveira et al. (2000), no sistema plantio direto, o desempenho da semeadora-adubadora, no que se refere ao corte dos restos culturais, à abertura do sulco e à deposição das sementes e fertilizante em profundidades adequadas, merecem cuidados essenciais para evitar problemas na fase inicial da cultura.

As máquinas agrícolas para semeadura, disponíveis no mercado, possuem mecanismos dosadores de sementes e fertilizantes acionados pelo rodado, cuja eficiência tem relação direta com as condições do solo, a carga vertical, as características do pneu e propriedades físicas do solo. Estes fatores determinam o índice de patinagem dos rodados, que em áreas de sistema de semeadura direta apresentam menores índices, devido à menor resistência do solo ao rolamento, permitindo efetuar a operação de semeadura com maior teor de água no solo, em relação ao solo de preparo convencional (VIEIRA e REIS, 2001).

LEVIEN et al. (1999) encontraram valores de força de tração de 3,24 a 3,64 kN por fileira de semeadura em solo argiloso, não diferindo significativamente entre o preparo convencional do solo, escarificação e SPD. Os mesmos autores encontraram ainda que a necessidade de potência na barra para a operação de semeadura, no sistema de preparo convencional do solo, foi de 19,9 kW.

MAHL et al. (2004), realizando semeadura com semeadora de seis linhas no espaçamento de 0,45 m e trabalhando a três velocidades de deslocamento (4,4; 6,1 e 8,1 km h<sup>-1</sup>), constataram que a variação da velocidade interferiu no desempenho do conjunto, pois conforme acréscimo na velocidade, houve aumento na capacidade operacional e redução no consumo de combustível por área trabalhada de 86% e 26%, respectivamente.

OLIVEIRA et al. (2000) observaram diferença significativa no consumo horário de combustível ao variar a velocidade de deslocamento. Também houve diferença significativa para o consumo operacional, em que o maior foi verificado na velocidade de 5 km h<sup>-1</sup>. Esse valor na menor velocidade justifica-se pela redução da capacidade operacional do conjunto trator-semeadora em relação à maior velocidade. Comportamento semelhante também foi encontrado por MAHL & GAMERO (2003).

Para BORSATTO (2005), a velocidade foi maior ( $6,3 \text{ km h}^{-1}$ ) quando a semeadora esteve equipada com quatro linhas espaçadas de 0,90 m, comparada com as sete linhas de 0,45 m ( $5,8 \text{ km h}^{-1}$ ). O espaçamento de 0,90 m proporcionou o menor consumo horário ( $12,9 \text{ L h}^{-1}$ ) e o menor consumo por área ( $5,66 \text{ L ha}^{-1}$ ). O consumo horário e consumo por área para SPD foi de ( $13,35$  e  $6,62 \text{ L ha}^{-1}$ ).

FURLANI et al. (2004) não encontraram diferença significativa para a força de tração em função das velocidades que foram de  $6,3 \text{ km h}^{-1}$  e  $8,6 \text{ km h}^{-1}$ , e seu valor ficou em 12,16 kN para a maior. No mesmo trabalho, os diferentes preparos do solo não influenciaram a potência e a força na barra de tração, porém quando se passou de  $6,3$  para  $8,6 \text{ km h}^{-1}$  exigiu-se 22% mais de potência na barra. Ainda em função das velocidades, não houve diferença para o consumo por área e específico, sendo  $5,60 \text{ L ha}^{-1}$  e  $501,25 \text{ g kW h}^{-1}$  os valores para  $8,6 \text{ km h}^{-1}$ . No entanto, o consumo horário aumentou com o aumento da velocidade em  $17,29 \text{ L h}^{-1}$ .

MAHL (2006) encontrou 12% de aumento no consumo horário de combustível para cada  $\text{km h}^{-1}$  de aumento na velocidade de deslocamento, na operação de semeadura. Resultado semelhante foi encontrado por FURLANI et al. (2007) que, estudando o desempenho operacional de semeadora-adubadora em manejos da cobertura e velocidade, constataram aumento do consumo horário de combustível de 6,8%, da velocidade de deslocamento 4,0 para  $5,0 \text{ km h}^{-1}$ , e 11,5% de 5,0 para  $6,0 \text{ km h}^{-1}$ .

De acordo com alguns autores a velocidade de deslocamento (DELAFOSSÉ, 1986 e ARAÚJO et al. 2001) e o tipo de mecanismo sulcador (ARAÚJO et al. 2001) são fatores importantes para a definição do requerimento de potência do trator para efetuar a operação de semeadura. CASÃO JÚNIOR et al. (2000) afirmaram que o desempenho das semeadoras-adubadoras para SPD é determinado pelo tipo de solo, sendo uma importante informação para auxiliar as indústrias no aperfeiçoamento de seus produtos e auxiliar produtores a melhorar seus rendimentos com o emprego adequado e racional destas máquinas.

Com relação ao aumento da velocidade ( $4,4$ ;  $6,1$  e  $8,1 \text{ km h}^{-1}$ ), MAHL et al. (2004), na operação de semeadura de milho em solo argiloso, utilizando uma semeadora-adubadora de seis linhas espaçadas de 0,45 m, o aumento da

velocidade de deslocamento de 4,4 para 8,1 km h<sup>-1</sup> proporcionou aumento de 86% na capacidade operacional do conjunto, com incremento de 96% na demanda de potência na barra de tração e redução de 26% no consumo de combustível por área trabalhada.

MODOLO et al. (2004) estudando duas velocidades (5,2 e 8,4 km h<sup>-1</sup>) concluíram que o incremento na velocidade de deslocamento aumentou a potência média na barra. Entretanto, a variação da velocidade de deslocamento não influenciou na força de tração média na barra, profundidade de semeadura e uniformidade de distribuição de sementes.

SILVEIRA et al. (2005), estudaram as velocidades de 5, 6 e 7 km h<sup>-1</sup>, concluindo que a demanda de potência média, potência por linha de semeadura e potência específica por profundidade aumentou com o aumento na velocidade de deslocamento.

MERCANTE et al. (2005) verificaram que a velocidade de deslocamento quando passa de 5,2 km h<sup>-1</sup> para 8,4 km h<sup>-1</sup>, somente a potência na barra aumenta significativamente. MAHL et al. (2004), testando semeadoras em NITOSSOLO Vermelho, relataram que a velocidade não foi influenciada pelo sistema de manejo, entretanto, na maior velocidade (8,1 km h<sup>-1</sup>), houve maior força de tração e demanda de potência na barra. Por outro lado, TRINTIN et al. (2005) avaliando as mesmas semeadoras não observaram o efeito da velocidade para força de tração média e máxima; entretanto, verificaram o aumento do consumo horário de combustível e potências média e máxima.

Segundo FURLANI et al. (2006), a elevação na velocidade de semeadura aumenta a demanda de tração. Os autores estudaram as velocidades de 4,6, 6,2 e 8,1 km h<sup>-1</sup> e cargas de fertilizante no reservatório de uma semeadora e concluíram que a maior potência exigida no motor foi observada na maior carga e velocidade. Estudaram ainda o consumo horário de combustível do trator, observando que o aumento nas velocidades e cargas, resultou maior consumo, evidenciando que maiores velocidades e cargas exigem maior potência do motor e, conseqüentemente maior consumo de combustível.

CANOVA et al. (2007) avaliando as velocidades de deslocamento de 6, 8 e 9 km h<sup>-1</sup> associadas a modificações em mecanismos dosadores de sementes, os autores corroboraram a afirmação de que aumentos na velocidade de deslocamento

interferem na distribuição de sementes, sendo que a menor velocidade proporcionou densidades de semeadura mais próximas da densidade almejada. Estes resultados estão em acordo com os apresentados por CORTEZ et al. (2006), que estudaram as velocidades de 4,24; 4,8 e 6,0 km h<sup>-1</sup> para a cultura da soja. Os autores constataram que a elevação da velocidade de deslocamento diminuiu o número de espaçamentos aceitáveis em uma semeadora-adubadora pneumática, no sentido de que quanto maior foi a velocidade, menor a quantidade de espaçamentos aceitáveis e maior a quantidade de espaçamentos falhos.

### III MATERIAL E MÉTODOS

#### 1 Caracterização da área experimental

O experimento foi conduzido na área da Fazenda de Ensino, Pesquisa e Produção da UNESP/Jaboticabal, no Estado de São Paulo. A localização da área de estudo situa-se em torno das coordenadas geodésicas 21°14' latitude Sul e 48°17' longitude Oeste, com altitude média de 595 m e declividade média de 4% (Figura 1). O solo da área experimental foi classificado como LATOSSOLO VERMELHO Eutroférico típico A moderado, textura argilosa e relevo suave ondulado, de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos (ANDREOLI & CENTURION, 1999).



**Figura 1.** Imagem de satélite da área experimental.

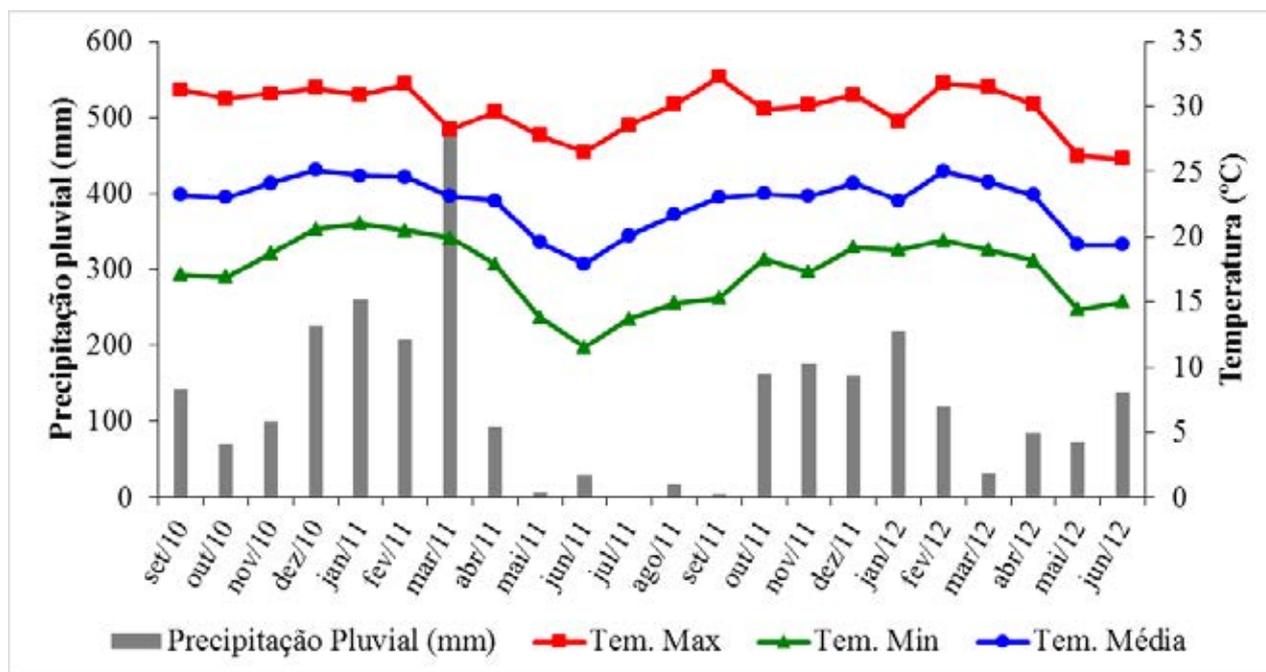
**Fonte:** Google Earth (2010).

A sequência de atividades realizadas nos dois anos agrícolas referente ao processo de instalação do experimento, condução e avaliação dos resultados, encontra-se na Tabela 1.

**Tabela 1.** Cronograma das atividades realizadas durante a condução do experimento.

<b>Data (mês/ano)</b>	<b>Atividades</b>
Setembro/10	Delimitação das parcelas. Coleta das amostras físicas e químicas.
Outubro/10	Aplicação de herbicida
Novembro/10	Semeadura do milho. Avaliação população inicial.
Dezembro/10	Avaliação das características agrônômicas do milho. Adubação de cobertura.
Abril/11	Colheita do milho. Dessecação da área. Coleta de amostras físicas e químicas. Determinações laboratoriais.
Junho/11	Aplicação de herbicida. Determinações laboratoriais.
Novembro/11	Semeadura da soja. Aplicação de inseticidas e fungicidas. Determinações laboratoriais.
Janeiro/12	Aplicação de Inseticidas e Fungicidas. Determinações laboratoriais.
Fevereiro/12	Avaliação das características agrônômicas da soja
Março/12	Aplicação de Inseticidas e Fungicidas. Determinações laboratoriais.
Abril/12	Colheita da soja
Mai/12	Determinações laboratoriais. Dessecação da área experimental.
Janeiro – Dez/13	Determinações laboratoriais. Análise estatística dos dados, formulação dos resultados e discussão.

O clima, de acordo com a classificação de Koeppen é do tipo Aw, definido como tropical úmido com estação chuvosa no verão e inverno seco, com precipitação pluvial média anual de 1.425 mm e temperatura média de 22 °C. Na Figura 2, encontram-se os dados de precipitação pluvial, as temperaturas máximas, mínimas e temperatura média dos dois anos agrícolas em que o experimento foi conduzido, registrados na Estação Meteorológica convencional do Departamento de Ciências Exatas da UNESP/Jaboticabal-SP, (<http://www.fcav.unesp.br/#!/estacao-agroclimatologica/dados/estacao-convencional/>)



**Figura 2.** Precipitação pluvial (mm), médias de temperatura máxima, mínima e média (°C) durante a condução do experimento.

**Fonte:** Departamento de Ciências Exatas, FCAV – UNESP, Jaboticabal.

As análises granulométrica (Tabela 2) e química do solo (Tabela 3) foram realizadas em amostras da profundidade de 0 a 0,2 m, coletadas antes da implantação do experimento no ano agrícola 2010/2011.

**Tabela 2.** Análise granulométrica simples do solo na camada de 0 a 20 cm, em um LATOSSOLO VERMELHO Eutroférico Típico A moderado, textura argilosa, em Jaboticabal, SP.

Camada	Argila	Limo	Areia		Classe
			Fina	Grossa	
0-20	500	250	100	100	Argiloso

$g\ kg^{-1}$

**Tabela 3.** Análise química do solo na camada de 0 a 20 cm, em um LATOSSOLO VERMELHO Eutroférico Típico A moderado, textura argilosa, em Jaboticabal, SP.

Camada	pH	MO	P	K	Ca	Mg	H+Al	SB	T	V
	CaCl <sub>2</sub>	g dm <sup>-3</sup>	mg dm <sup>-3</sup>	mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>						
0-20	4,9	27	37	3,9	24	9	42	36,9	78,9	47

MO: matéria orgânica; P: fósforo em resina; SB: soma de bases; T: capacidade de troca de cátions a pH 7,0; V: saturação por bases do solo.

## 1.1 Insumos básicos

### 1.1.1 Sementes

Para a implantação da cultura do milho, utilizou-se sementes de híbrido simples precoce de marca comercial Dekalb - DKB 390 visando uma população de 60 mil plantas ha<sup>-1</sup>, com espaçamento entrelinhas de 0,90 m, densidade de semeadura de 5,4 sementes m<sup>-1</sup>, semeado no mês de novembro. Na semeadura da soja sobre palhada do milho, realizada no mês de Novembro, foi utilizada a cultivar Valiosa Roundup Ready, com poder germinativo de 80% e pureza de 98%. O espaçamento da entrelinha foi de 0,45 m, com uma população aproximada de 267 mil plantas ha<sup>-1</sup>.

### 1.1.2 Fertilizantes

A adubação de base do milho no primeiro ano agrícola foi de 300 kg ha<sup>-1</sup> da fórmula comercial (08-28-16) com adubação complementar de cobertura no estágio V4.

No segundo ano Agrícola a adubação de base na cultura da soja foi de 250 kg ha<sup>-1</sup> do formulado comercial (04-20-20),

### 1.1.3 Tratamentos de sementes e inoculação

As sementes de milho foram tratadas com o produto Tiodicarbe, na dose de 600 g do ingrediente ativo (i.a) para cada 100 kg semente. Para o tratamento de semente de soja, utilizou-se 100 g de Carboxina (i.a), 50 g de Fipronil (i.a) para cada 100 kg de semente e 60 ml de inoculante líquido de marca comercial Nitragin (1 x 10<sup>9</sup> células g<sup>-1</sup>).

#### 1.1.4 Defensivos Agrícolas

Antes da semeadura do milho, foi realizada a dessecação das plantas daninhas presentes na área experimental com 2,160 kg ha<sup>-1</sup> de Glifosato (i.a) em área total. Dois dias após a semeadura do milho, efetuou-se aplicação do herbicida dessecante de contato paraquat (i.a) na dose de 0,240 kg ha<sup>-1</sup>, com volume de aplicação de 200 L ha<sup>-1</sup>, com a finalidade de eliminar as plântulas que emergiram após a dessecação.

Para controle de lagartas do cartucho (*Spodoptera frugiperda*), foi utilizado o produto Lufenurom (i.a) na dose de 15 g ha<sup>-1</sup> do ingrediente ativo.

Após 15 dias da semeadura da soja foi realizada uma segunda aplicação de 0,720 kg ha<sup>-1</sup> de Glifosato em área total, para eliminação das plantas daninhas remanescentes e aplicação do inseticida na dose de 600 g ha<sup>-1</sup> (i.a) para o controle de lagartas (*Anticarsia gemmatilis*). Para o controle preventivo da ferrugem da soja, foram aplicados 60 g ha<sup>-1</sup> de picoxistrobina (i.a) + 24 g ha<sup>-1</sup> de ciproconazol (i.a) no estágio reprodutivo R1, com aplicações sequenciais no intervalo de 25 a 30 dias. Algumas aplicações para controle de percevejos (*Euchistus heros* e *Nezara viridula*) foram realizadas nesse intervalo de tempo com o uso de 55 g de cipermetrina (i.a) + 27,5 g de tiametoxam (i.a). Todas as aplicações de defensivos mantiveram os mesmos padrões para ambos os anos agrícolas.

#### 1.1.5 Máquinas e Equipamentos

**Para condução e instalação do experimento foram utilizados:**

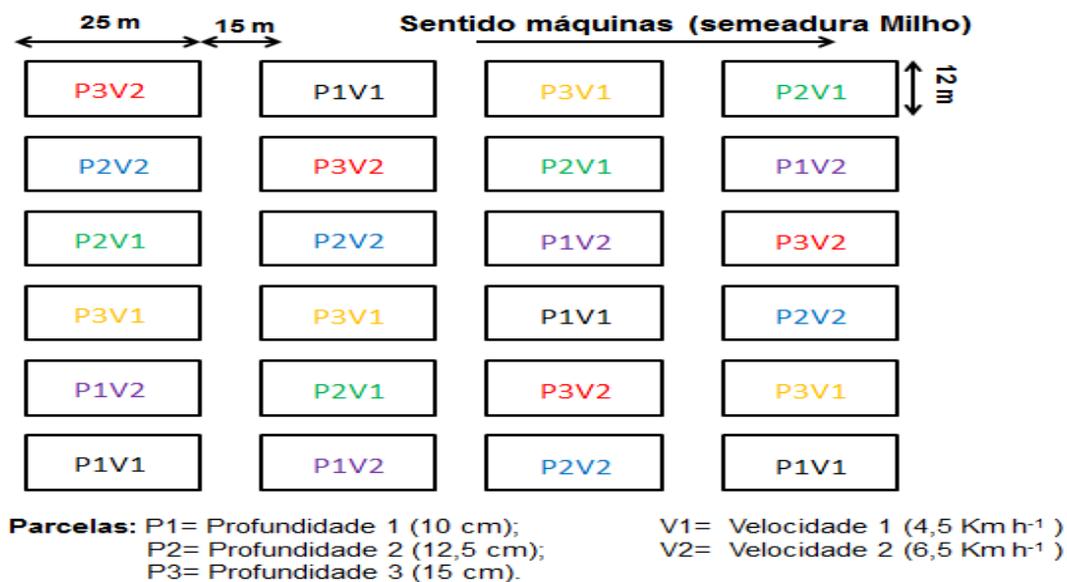
- Trator (4x2 TDA), com potência máxima de 91,9 kW (125 cv) no motor na rotação de 2.300 rpm e trabalhando na marcha L2 para velocidade de (4,5 km h<sup>-1</sup>) e na marcha L3 para a velocidade de 6,5 km h<sup>-1</sup>, utilizado para realizar a semeadura do milho e da soja. Com massa de 7.000 kg (40% dianteira e 60% traseira) calculada para operações médias, com relação de 56 kg cv<sup>-1</sup>, pneus dianteiros de 14.9-24 R1, com pressão de inflação de 18 psi (124 kPa), pneus traseiros de 18.4-34 R1, com pressão de inflação de 22 psi (152 kPa) e com altura da barra de tração de 0,415 m;

- Trator (4x2), com potência máxima de 62,5 kW (85 cv) no motor na rotação de 2.000 rpm, utilizado para aplicação dos produtos fitossanitários;
- Pulverizador montado, com barra de 12 m de comprimento, provida de 24 pontas do tipo leque 110-02, espaçadas entre si por 0,50 m e tanque com capacidade de 600 L de calda;
- Adubador de cobertura para plantio direto modelo CPD, com largura de chassi 2,30 m e 4 discos de corte duplos desencontrados de diâmetro (13" x 15") e 2 depósitos com capacidade de 220 L;
- Trilhadora estacionária montada marca Nogueira modelo BC40II;
- Semeadora-adubadora de arrasto, de precisão da Marchesan, modelo COP Suprema 7/4, com disco vertical pneumático de dosagem de sementes, distribuidor helicoidal de fertilizante, configurada para semeadura direta com disco de corte frontal de 18", mensurado com fita graduada em centímetros, sulcador do tipo haste trabalhando nas profundidades de 10; 12,5 e 15 cm, discos duplos desencontrados de 15" para deposição das sementes a 0,04 m de profundidade, e rodas compactadoras em "V", configurada para quatro linhas espaçadas por 0,90 m para semeadura do milho e sete linhas espaçadas por 0,45 m para semeadura da soja.

## **2 Delineamento experimental**

### **2.1 Primeiro ano agrícola – 2010-2011**

Adotou-se esquema fatorial 2x3 conduzido sob delineamento experimental em blocos casualizados, com seis tratamentos e quatro repetições, perfazendo um total de 24 parcelas experimentais de 300 m<sup>2</sup>. As parcelas possuíam 25 m de comprimento por 12 m de largura, com intervalo de 15 m, destinado a manobras e estabilização da velocidade de deslocamento do conjunto trator-semeadora-adubadora (Figura 3). Os tratamentos foram constituídos de duas velocidades de deslocamento do conjunto trator/semeadora-adubadora (4,5 e 6,5 km h<sup>-1</sup>) definidas em função da potência e do escalonamento de marchas do trator, combinados com três profundidades de trabalho das hastes sulcadoras de adubo (10; 12,5 e 15 cm), para a semeadura da cultura do milho.



**Figura 3.** Croqui da área experimental no primeiro ano agrícola e distribuição das parcelas no campo.

Antes da semeadura do milho a área experimental foi manejada com aplicação de herbicida para dessecação das plantas daninhas.

Utilizou-se sementes do híbrido simples precoce da cultivar DKB 390 visando a população de 60 mil plantas ha<sup>-1</sup> com densidade de semeadura de 5,4 sementes m<sup>-1</sup>, respectivamente e espaçamento entrelinhas de 0,90 m. As sementes de milho foram tratadas com o produto Tiodicarbe, na dose de 600 g do ingrediente ativo (i.a) para cada 100 kg de sementes.

A adubação de semeadura do milho foi de 300 kg ha<sup>-1</sup> de NPK da fórmula comercial (08-28-16) e adubação de cobertura do milho foi realizada no estágio V4. O teor de água do solo no momento da semeadura foi mensurado na camada de 0-10 cm que estava com 25% e na camada de 10-20 cm que estava com 27% de umidade.

As análises dos resultados foram processadas com o programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2011), realizando-se a análise de variância e aplicando-se o teste F ( $p \leq 0,1$ ) e, quando houver significância, o teste de Tukey, a 5% de probabilidade.



para a comparação de médias. A análise estatística foi realizada utilizando o software SISVAR (FERREIRA, 2011).

### **3 Equipamentos utilizados**

#### **3.1 Trator**

Para realizar a operação de tração da semeadora adubadora nos dois anos agrícolas foi utilizado um trator da marca Valtra, modelo BM125i, 4x2 TDA, com potência no motor de 91,9 kW (125 cv) a 2300 rpm, pneus dianteiros 14.9 - 24 R1 e traseiros 18.4 - 34 R1 que estava disponível no momento da instalação do experimento (Figura 5).



**Figura 5.** Trator BM125i utilizado na semeadura das culturas do milho e da soja.

#### **3.2 Semeadora-adubadora**

Para a operação de semeadura, nos dois anos agrícolas, foi utilizada uma semeadora-adubadora de precisão (Figura 6) da marca Marchesan, modelo COP Suprema 7/4, com disco vertical pneumático para distribuição de sementes, distribuidor helicoidal de adubo, disco de corte de 18”, haste sulcadora para abertura do sulco de deposição do adubo, regulada para (10; 12,5 e 15 cm), e discos duplos de 15” para sementes, com deposição a 4 cm e rodas aterradoras-compactadoras duplas em “V”, operando com quatro fileiras de semeadura e espaçamento entre fileiras de 90 cm, com largura útil de 3,6 m.



**Figura 6.** Semeadora-adubadora de precisão utilizada para a semeadura das culturas do milho e da soja.

### 3.3 Sistema de aquisição de dados

Para a determinação dos parâmetros que serão analisados, foi utilizado um Sistema de Aquisição de dados compostos por um micrologger CR 23X (Figura 7), e os seguintes sensores: Radar marca Dickey John, modelo RVS II, célula de carga marca Shimizu, modelo TF 400 e um medidor de fluxo da marca Oval Corporation, modelo Flowmate LSN 48.

Utilizando-se estacas espaçadas por 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.



**Figura 7.** Sistema de aquisição de dados Micrologger CR23X.

### 3.4 Metodologia Utilizada para determinação dos parâmetros a serem analisados

#### 3.4.1 Velocidade de deslocamento e capacidade de campo operacional

A velocidade real de deslocamento do conjunto trator-semeadora-adubadora, nos dois anos, foi mensurada utilizando-se de um radar da marca Dickey John, modelo RVS II, instalado na lateral direita do trator, disposto em ângulo de 45° com a horizontal, à frequência de 1 Hz (Figura 8).



**Figura 8.** Unidade de radar Dickey John RVS II montado no trator.

A capacidade de campo operacional foi obtida em função da largura de trabalho da semeadora-adubadora e a velocidade de deslocamento (Equação 1).

$$CCo = LT * v * e * 0,36 \quad (1)$$

em que,

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

LT = largura útil de trabalho da semeadora-adubadora (m);

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

e = eficiência (75%);

0,36 = fator de conversão de unidades.

### 3.4.2 Força e potência na barra de tração

A força requerida na barra de tração foi medida utilizando-se célula de carga marca Shimizu, modelo TF 400, com capacidade de 10 kN e precisão de  $\pm 1$  N, (Figura 9), instalada sobre um suporte de sustentação (berço) entre a barra de tração do trator e o cabeçalho da semeadora-adubadora. Para efetivar a medição torna-se necessário retirar o pino da barra de tração. Determinou-se a média dos valores armazenados (em unidade kgf) que foram posteriormente transformados para kN, sendo que as medições foram realizadas a cada segundo, e em seguida calculado o valor médio na parcela. A força de tração de pico foi representada pelo maior valor obtido na parcela.



**Figura 9.** Célula de carga Shimizu TF 400 montada sobre o berço.

O cálculo da demanda média e de pico da potência na barra de tração foi realizado segundo a equação (2). A potência de pico foi calculada utilizando-se a mesma equação, com a mudança de força de tração média para força de tração de pico.

$$PB = FT * v \quad (2)$$

Em que:

PB = potência média e de pico na barra de tração (kW);

FT = força de tração média e de pico na barra de tração (kN); e

v = velocidade de deslocamento ( $m s^{-1}$ ).

### 3.4.3 Patinagem dos rodados do trator

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.

Ao deslocar-se sem carga na barra de tração, obteve-se número determinado de pulsos em distância conhecida de 25 m; e 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 3, obteve-se a patinagem média, como descrito em Grotta (2003):

$$P = \left(1 - \frac{NPS}{NPC}\right) \times 100 \quad (3)$$

em que:

P = patinagem (%);

NPS = número de pulsos da roda, trator operando sem carga na barra de tração no solo da área experimental.

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

100 = fator de adequação.

### 3.4.4 Consumo horário de combustível

Para determinação do consumo horário de combustível, utilizou-se um sistema composto de dois conjuntos de medição sendo, um para a alimentação da bomba injetora e o outro de retorno. Cada conjunto contém um medidor de fluxo da marca Oval Corporation, modelo Flowmate LSN 48, com precisão de 1% sobre a vazão nominal, vazão máxima de 100 L h<sup>-1</sup> e um sensor de temperatura do tipo resistivo, modelo PT 100 (Figura 10), (resistência de 100 ohms a 0 °C). Os valores de fluxo de combustível foram obtidos em mL conforme descrito por LOPES et al. (2003).



**Figura 10.** Medidor de Fluxo (Fluxômetro).

No primeiro e segundo ano agrícola o consumo de combustível foi determinado em todas as parcelas experimentais em unidade de volume (mL), por meio da diferença entre os volumes de combustível medidos antes da bomba injetora e no retorno, obtendo-se assim, o volume realmente utilizado pelo trator durante o percurso.

#### **3.4.5 Consumo operacional de combustível**

O consumo operacional de combustível (CO) foi calculado com base no consumo horário e na capacidade de campo operacional, sendo expresso em  $L ha^{-1}$  (Equação 4).

$$CO = \frac{CVol}{CCo} \quad (4)$$

em que,

CO = consumo operacional de combustível ( $L ha^{-1}$ );

CVol = consumo volumétrico ( $L h^{-1}$ );

CCo = capacidade de campo operacional ( $ha h^{-1}$ ).

## 4 Desenvolvimento das culturas

### 4.1 Avaliações na cultura do milho

#### 4.1.1 Número médio de dias para emergência das plântulas

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, em três metros nas duas fileiras centrais de cada parcela (5,4 m<sup>2</sup>) sendo na área útil de cada parcela experimental. Considerou-se como plântula emergida aquela que possibilitou visualização de qualquer de suas partes, independentemente do local de observação.

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

$$NDE = \frac{[(N1 G1) + (N2 G2) + \dots + (Nn Gn)]}{(G1 + G2 + \dots + Gn)} \quad (4)$$

Em que:

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

N1 = Número de dias decorridos entre a semeadura e a primeira contagem de plântulas;

G1 = Número de plantas emergidas na primeira contagem;

N2 = Número de dias decorridos entre a semeadura e a segunda contagem;

G2 = Número de plântulas emergidas entre a primeira e a segunda contagem;

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

e

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

#### 4.1.2 Distribuição longitudinal das plântulas

A distribuição longitudinal na fileira de semeadura foi determinada logo após a estabilização da emergência, medindo-se a distância entre as plântulas de milho

existentes numa faixa de 3 m, nas duas linhas centrais de cada parcela, sendo o espaçamento entre plântulas medido com a trena graduada (Figura 11).

Os espaçamentos entre plântulas ( $X_i$ ) foram avaliados conforme classificação adaptada de Kurachi et al. (1989), determinando-se o percentual de espaçamentos correspondentes às classes normais ( $0,5 \cdot X_{ref} < X_i < 1,5 \cdot X_{ref}$ ), múltiplos ( $X_i \leq 0,5 \cdot X_{ref}$ ) e falhos ( $X_i \geq 1,5 \cdot X_{ref}$ ), baseado em espaçamento de referência ( $X_{ref}$ ) de acordo com a regulagem da semeadora-adubadora. Considerando-se que a semeadora foi regulada para distribuir 5,4 sementes  $m^{-1}$ , esse é o espaçamento de referência, desta forma, foram considerados como normais os espaçamentos entre plântulas que estavam entre 0,27 e 0,093 m, múltiplos os valores inferiores a 0,09 e falhos os acima de 0,27 m.



**Figura 11.** Espaçamentos entre plantas para determinação da distribuição longitudinal no campo.

#### **4.1.3 População inicial das plantas**

Considerou-se como população inicial o número de plântulas resultante no último dia da avaliação do número médio de dias para emergência, após a estabilização, sendo os valores convertidos em número de plantas por hectare.

#### **4.1.4 Altura de inserção da 1ª espiga viável, altura de plantas e diâmetro do colmo**

Avaliou-se a altura de inserção da espiga viável com o uso de trena graduada em milímetros, medindo-se do nível do solo até o ponto de inserção da primeira espiga. Para a variável altura de plantas, mediu-se do nível do solo até o ponto de inserção da folha bandeira (Figura 12a), enquanto que o diâmetro do colmo foi obtido com o uso de

paquímetro digital com precisão de 0,1 mm (Figura 12b). Foram realizadas duas medições em diferentes épocas durante o ciclo da cultura aos 90 e 120 dias.

Devido ao seu formato elíptico, obteve-se o diâmetro médio do colmo, por meio da medição do maior e menor diâmetro, no internódio situado acima do primeiro nó das raízes adventícias. As medidas de altura de inserção da primeira espiga, altura de plantas e diâmetro do colmo foram obtidos no mesmo local da contagem do número médio de dias para emergência, em cinco plantas seguidas em cada uma das duas fileiras centrais da parcela.



(a)

(b)

**Figura 12.** Altura das plantas (a), e diâmetro do colmo (b).

#### **4.1.5 População final de plantas e porcentagem de sobrevivência de plantas**

A variável população final foi obtida no mesmo local da contagem do número médio de dias para emergência, contando-se as plantas dos três metros de cada fileira, das duas fileiras centrais de cada parcela no dia da colheita. Estes valores foram convertidos em número de plantas por hectare. Pela diferença entre a população final e a inicial foi possível determinar a porcentagem de sobrevivência de plantas.

#### **4.1.6 Número de fileiras e número de grãos na fileira**

Para a contagem do número de fileiras por espiga e número de grãos por fileira, escolheu-se 10 espigas aleatoriamente, daquelas coletadas para produtividade.

#### 4.1.7 Produtividade de grãos, massa de matéria seca de palha e de sabugo

Para a variável produtividade dos grãos, foram colhidas manualmente as espigas dos três metros de cada fileira, nas duas fileiras centrais de cada parcela, após o momento em que a cultura atingiu umidade próxima de 18%. As espigas foram trilhadas com o auxílio de trilhadora mecânica (Figura 13), e determinou-se a massa de grãos, corrigida para 13% de teor de água, baseadas nas Regras de Análise de Sementes BRASIL (1992) pela equação 5:

$$P = I \times \frac{(100 - U)}{100 - 13} \quad (5)$$

em que,

P = massa de grãos a 13% de umidade, em kg

U = teor de água atual dos grãos, em %

I = massa inicial da amostra

Após transformar a massa dos grãos à base de 13%, a produção de grãos foi transformada em kg ha<sup>-1</sup>.



**Figura 13.** Máquina trilhadora estacionária.

A determinação da massa de matéria seca de palha e sabugo foi feita, separando-se esse material dos grãos utilizados para determinação da produtividade e secos em estufa a 65 °C por um período de 72 horas, sendo pesado em seguida e transformado em kg ha<sup>-1</sup>.

## **4.2 Avaliações na cultura da soja**

### **4.2.1 População inicial das plantas**

Considerou-se como população inicial o número de plântulas estabilizadas nas duas fileiras centrais das parcelas, sendo os valores convertidos em número de plantas por hectare.

### **4.2.2 Altura de planta e de inserção de 1ª vagem e número de vagens por planta**

A altura média de planta de soja foi determinada pela medição, com régua graduada em centímetros, da distância entre o colo da planta até a extremidade apical. Para a altura média de inserção de primeira vagem foi adotada a distância entre o colo da planta e a inserção da primeira vagem. Foram tomadas medidas de dez plantas da área útil da parcela, na época da colheita. Nessas mesmas plantas foi determinado o número de vagens total dividido pelo número de plantas.

### **4.2.3 População final de plantas e porcentagem de sobrevivência de plantas**

A variável população final foi obtida no mesmo local da contagem da população inicial, contando-se as plantas dos três metros de cada fileira, das duas fileiras centrais de cada parcela no dia da colheita. Estes valores foram convertidos em número de plantas por hectare. Pela diferença entre a população final e a inicial foi possível determinar a porcentagem de sobrevivência de plantas.

### **4.2.4 Produtividade de grãos**

Para a produtividade de grãos de soja, as plantas contidas na área útil de cada parcela foram colhidas manualmente e submetidas à trilha mecânica. Após a debulha foram pesados os grãos e a massa de grãos foi corrigida para a base úmida de 13%, conforme a equação (5) e posteriormente transformadas para  $\text{kg ha}^{-1}$ .

## **5. Apresentação dos resultados obtidos na pesquisa**

Os resultados serão apresentados em tabelas, com as médias de cada Velocidades (V) e Profundidades das hastes sulcadoras (P), e quando houver diferença entre as médias, esta será indicada por diferentes letras minúsculas e/ou maiúsculas após as médias. Caso haja interação entre os fatores V e P, será apresentada tabela com desdobramento da interação significativa, sendo médias seguidas de letras minúsculas distintas nas colunas e maiúsculas nas linhas diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,1$ ). As abreviaturas utilizadas foram: V (Velocidades), P (Profundidades das hastes sulcadoras), CV (Coeficiente de Variação) e \* ( $p < 0,1$ ).

## **IV RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **1 Primeiro ano agrícola semeadura da cultura do milho**

#### **1.1 Desempenho operacional do conjunto trator-semeadora/adubadora**

Na Tabela 3 são apresentados os valores de força e potência média e pico na barra de tração na operação de semeadura, sendo que na força e potência média e potência pico ocorreram interações entre os tratamentos velocidade de deslocamento e profundidade das hastes sulcadoras. A força pico de tração na barra apresentou diferença estatística entre as profundidades, aumentando da profundidade 10 cm até 15 cm, o aumento da profundidade acarreta em aumento da área mobilizada, quando a haste não passa da profundidade crítica, dessa forma ocorreu aumento proporcional da força de tração de pico. Esses resultados corroboram com os valores encontrados por Cepik et al. (2010) que encontraram valor de força de tração de 11,79 kN para 3 linhas de semeadura a 11,5 cm de profundidade do sulcador de fertilizantes. Observa-se também que os valores de força de tração de pico estão acima dos valores médios cerca de 2 a 3 kN.

**Tabela 3.** Valores médios obtidos para força e potência na barra de tração, e força e potência pico na barra de tração na semeadura do milho.

<b>Tratamentos</b>	Força Média (kN)	Força Pico (kN)	Potência Média (kW)	Potência Pico (kW)
Velocidades (km h <sup>-1</sup> )				
(V)				
4,5	13,67	16,30	22,27	27,00
6,5	14,41	16,82	24,80	28,80
Profundidades (cm <sup>-1</sup> )				
(P)				
10	12,41	14,85c	21,56	26,12
12,5	14,10	16,37b	23,33	27,63
15	15,61	18,45a	25,72	29,94
Teste de F				
V	22,26**	2,02 <sup>NS</sup>	32,71**	4,71*
P	139,15**	32,74**	29,54**	7,20**
VxP	18,79**	3,45 <sup>NS</sup>	19,88**	7,00**
CV (%)	2,74	5,40	4,61	7,28

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. C.V.: coeficiente de variação (%). \*\*significativo (P<0,01). \*significativo (P<0,05). ns: não significativo.

O desdobramento da interação entre velocidade e profundidade para força de tração média e potência média e pico na barra estão apresentados na Tabela 4, sendo que a demanda de força de tração aumenta com o aumento da profundidade de trabalho da haste sulcadora, este fato está relacionado a maior mobilização do solo. Porém, nota-se que em menor velocidade o aumento da profundidade de 12,5 para 15 não acarreta em aumento de força de tração, isso pode ser devido a angulação da ponteira, que em maior velocidade tende a penetrar mais no solo. Os valores encontrados de força de tração na barra corroboram aos observados por FURLANI et al (2004) que trabalhou com uma semeadora-adubadora de 6 fileiras e obteve valores para força média de tração na barra que variaram de 12,87 a 14,52 kN, que estão

também próximos aos indicados por ASAE (1996), podendo variar em solos argilosos de 1,1 a 2,2 kN por fileira de semeadura, em função do tipo de solo, leito de semeadura e número de linhas.

**Tabela 4.** Desdobramento para força, potência média e potência pico.

<b>Força média</b>		<b>Profundidades (cm)</b>		
		<b>10</b>	<b>12,5</b>	<b>15</b>
Velocidade (V)	4,5	12,31 Ab	14,14Aa	14,57Ba
(km h <sup>-1</sup> )	6,5	12,51 Ac	14,07Ab	16,66Aa

<b>Potência média</b>		<b>Profundidades (cm)</b>		
		<b>10</b>	<b>12,5</b>	<b>15</b>
Velocidade (V)	4,5	21,99Aa	22,08 Ba	22,73 Ba
(km h <sup>-1</sup> )	6,5	21,13 Ac	24,58 Ab	28,71 Aa

<b>Potência pico</b>		<b>Profundidades (cm)</b>		
		<b>10</b>	<b>12,5</b>	<b>15</b>
Velocidade (V)	4,5	27,23 Aa	26,49 Aa	27,28 Ba
(km h <sup>-1</sup> )	6,5	25,01Ac	28,77 Ab	32,61 Aa

Médias seguidas de letras maiúsculas distintas nas colunas e minúsculas nas linhas diferem entre si pelo teste de Tukey para um nível de 5% de probabilidade.

Sabendo-se que a demanda de potência é a relação direta entre a força de tração e a velocidade, constatou-se, neste experimento, que a exigência de potência na barra de tração foi menor para a velocidade de 4,5 km h<sup>-1</sup> nas profundidades de 12,5 e 15 cm, porém, na menor profundidade (10 cm) não variou. Houve um acréscimo de 53% de exigência de potência quando se aumentou em 5 cm a profundidade da haste (10 para 15 cm), para a velocidade de 6,5 km h<sup>-1</sup>. A análise da demanda de potência em relação à profundidade de trabalho da haste seguiu o mesmo comportamento da demanda de tração, ou seja, para a menor velocidade não foi significativa com o aumento da profundidade, porém, na maior velocidade a demanda aumentou quando aumentou a profundidade. FURLANI (2005) apresentou valores médios de força de

tração de 20 kN e para potência de 30 kW com velocidade de semeadura de 5 km h<sup>-1</sup> em sistema plantio direto, para o mesmo tipo de solo.

Pode-se observar que ainda no desdobramento da potência pico que na velocidade de 4,5 km h<sup>-1</sup> não ocorre diferença entre as profundidades estudadas (10; 12,5 e 15 cm), já na velocidade de 6,5 km h<sup>-1</sup> pode-se constatar que todas as profundidades tiveram diferenças significativas, o que reforça a idéia de que o ângulo da ponteira em maior velocidade tende a penetrar mais e somente a profundidade 15 cm obteve diferença significativa entre as duas velocidades de deslocamento do conjunto trator semeadora adubadora, (4,5 e 6,5 km h<sup>-1</sup>). Verificou-se ainda que para a potência pico na barra de tração, quando se passou de 4,5 para 6,5 km h<sup>-1</sup>, exigiu-se mais potência na barra de tração, um aumento de 25,01 para 32,61 kW na potência pico, concordando com, SIQUEIRA et al. (2001) e MAHL et al. (2004). FURLANI et al. (2005) também encontraram a maior exigência de potência (32,4 kW), no preparo convencional, para a maior velocidade estudada (8,4 km h<sup>-1</sup>). Sendo assim confirmando que a demanda de potência é uma relação direta entre a força de tração da barra e a velocidade.

Na Tabela 5 são apresentados os valores do consumo horário (L/h), consumo operacional (L/ha) de combustível e a capacidade de campo operacional (CCO) na operação de semeadura do milho.

O consumo operacional (média de 7,7 L ha<sup>-1</sup>) e o consumo horário (média de 12,49 L h<sup>-1</sup>) não teve diferença estatisticamente entre os tratamentos, mesmo com maior requerimento de força e potência na barra de tração nas maiores profundidades (12,5 e 15 cm). Tais resultados são discordantes aos de Siqueira e Casão Júnior (2004) que relataram que o uso de hastes demanda maior consumo de combustível como consequência de suas diferentes profundidades de atuação e mobilização de solo.

As diferentes profundidades das hastes sulcadoras e velocidades de deslocamento do conjunto trator/semeadora-adubadora testados não influenciaram nos consumos de combustível horário e operacional, concordando com os dados de Furlani et al. (2007), que ainda salientam que o aumento no consumo de combustível horário e a diminuição no consumo de combustível operacional são afetados pelo aumento da

velocidade de deslocamento, pelo fato da maior exigência do trator na maior velocidade, para o mesmo tempo de operação.

Levien et al. (2001) que também não encontraram diferenças no consumo de combustível, quando trabalharam com hastes na profundidade de 10 cm em Nitossolo Vermelho, com valores mais altos do que o encontrado na presente pesquisa, com consumo horário de 12,09 L h<sup>-1</sup>, e operacional de 7,17 L ha<sup>-1</sup>.

**Tabela 5.** Valores médios obtidos para o consumo de combustível horário (L/h) e operacional (L/ha) e da capacidade de campo operacional (CCo), na operação de semeadura de milho.

Tratamentos	Consumo horário (L/h)	Consumo operacional (L/ha)	Capacidade de Campo Operacional (CCo) (ha/h)
Velocidades (km h <sup>-1</sup> )			
(V)			
4,5	12,81	8,09	1,59 b
6,5	12,17	7,28	1,67 a
Profundidades (cm <sup>-1</sup> )			
(P)			
10	12,09	7,17	1,69 a
12,5	11,69	7,28	1,61 b
15	13,69	8,61	1,59 b
Teste de F			
V	0,62 <sup>NS</sup>	2,72 <sup>NS</sup>	15,27 <sup>**</sup>
P	2,31 <sup>NS</sup>	3,53 <sup>NS</sup>	8,13 <sup>**</sup>
VxP	1,11 <sup>NS</sup>	2,43 <sup>NS</sup>	17,94 <sup>**</sup>
CV (%)	15,79	15,68	3,14

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. C.V.: coeficiente de variação (%). \*\*significativo (P<0,01). \*significativo (P<0,05). ns: não significativo.

Conforme os resultados do desdobramento da interação, a velocidade e a profundidade para a Capacidade de Campo Operacional (CCO), (Tabela 6), pode-se observar que na velocidade 4,5 km h<sup>-1</sup> ocorreram diferenças entre a profundidade de 10 cm com as outras profundidades 12,5 e 15 cm, já na velocidade 6,5 km h<sup>-1</sup> não ocorreram diferenças entre as três profundidades 10; 12,5 e 15 cm.

Com relação às velocidades pode-se observar que nas duas ocorreram diferenças significativas entre as profundidades, ou seja, na menor velocidade (4,5 km h<sup>-1</sup>) e na menor profundidade (10 cm) foi onde ocorreu a maior capacidade de campo operacional (1,74 ha/h), diferente da menor velocidade (4,5 km h<sup>-1</sup>) com a maior profundidade (15 cm) que podemos observar a menor capacidade de campo operacional (1,51 ha/h).

**Tabela 6.** Desdobramento para Capacidade de Campo Operacional (CCO).

Capacidade de Campo Operacional (CCO)		Profundidades (cm)		
		10	12,5	15
Velocidade (V)	<b>4,5</b>	1,74 Aa	1,52 Bb	1,51 Bb
(km h <sup>-1</sup> )	<b>6,5</b>	1,64 Ba	1,70 Aa	1,67 Aa

Médias seguidas de letras maiúsculas distintas nas colunas e minúsculas nas linhas diferem entre si pelo teste de Tukey para um nível de 5% de probabilidade.

## 1.2 Características agrônômicas da cultura do milho

De acordo com a Tabela 7 são apresentados os valores médios obtidos para número de dias para a emergência (NDE) e a distribuição longitudinal de plântulas de milho.

Para os valores de número médio de dias para a emergência, verifica-se que houve efeito significativo para o tratamento profundidade da haste sulcadora do adubo, sendo que a emergência foi mais rápido na maior profundidade (15 cm), isso pode ter ocorrido devido à umidade ser maior e o solo se encontrar mais revolvido nessa

profundidade para a distribuição das sementes. Para esse mesmo local, com a mesma semeadora e condições parecidas, MELLO et al. (2004) encontraram valores entre 6,4 a 7,5 dias para a emergência das plântulas. Segundo ORTOLANI et al.(1986), durante a germinação das sementes, três fatores são fundamentais e devem estar presentes adequadamente: calor, umidade e oxigênio, e para a emergência das plântulas fatores importantes devem ser observados como diâmetro médio dos torrões, quantidade de palha sobre solo, umidade do solo e profundidade de semeadura.

Segundo Tourino, Rezende e Salvador (2002), estudos apontam a uniformidade de distribuição longitudinal como uma das características que mais contribuem para população adequada de plantas e, conseqüentemente, para a melhoria da produtividade da cultura.

Para a distribuição longitudinal de plantas, observa-se que houve efeito significativo somente para o tratamento velocidade de deslocamento do conjunto trator/semeadora-adubadora somente para a distribuição falha. Esses resultados diferem significativamente devidos provavelmente às condições iniciais do solo, sem interferência da velocidade de deslocamento do conjunto trator/semeadora-adubadora.

Esses resultados demonstram que o mecanismo dosador de sementes não afetou a germinação das plântulas de milho, podendo ser observado ainda que, não ocorreram interações entre as variáveis e a porcentagem de distribuição normal foi maior que 60% em todos os tratamentos, indicando que o mecanismo dosador de sementes da semeadora-adubadora apresentou boa distribuição. Observa-se ainda que o valor do coeficiente de variação para a porcentagem de distribuição normal foi baixo em relação à porcentagem de distribuição dos falhos e duplos.

Segundo ANDERSON (2001), valores ótimos de coeficientes de variação na semeadura estão abaixo de 10%, para espaçamentos normais. Os elevados valores de coeficiente de variação para a porcentagem de espaçamentos falhos e duplos, aqui encontrados, indicam que estes fatos são comuns no processo de semeadura.

**Tabela 7.** Valores médios obtidos para distribuição longitudinal de plantas de milho, número de dias de emergência (NDE) na cultura do milho.

Tratamentos	Espaçamento			
	NDE	Falho	Normal	Duplo
Velocidades (km h <sup>-1</sup> )				
(V)				
4,5	7,3	19 a	74	7
6,5	7,3	14 b	80	6
Profundidades (cm <sup>-1</sup> )				
(P)				
10	7,4 a	13	82	5
12,5	7,3 ab	19	73	8
15	7,1 b	19	76	5
Teste de F				
V	0,39 <sup>NS</sup>	4,58 <sup>*</sup>	2,43 <sup>NS</sup>	0,01 <sup>NS</sup>
P	7,30 <sup>**</sup>	3,39 <sup>NS</sup>	2,75 <sup>NS</sup>	0,64 <sup>NS</sup>
VxP	0,10 <sup>NS</sup>	2,01 <sup>NS</sup>	1,85 <sup>NS</sup>	1,04 <sup>NS</sup>
CV (%)	1,80	33,81	11,27	100,96

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. C.V.: coeficiente de variação (%). \*\*significativo (P<0,01). \*significativo (P<0,05). ns: não significativo.

De acordo com a tabela 8, os valores de diâmetro do colmo, altura de planta e altura de inserção da primeira espiga não apresentaram diferença significativa, é que o fato das velocidades de deslocamento do conjunto trator/semeadora-adubadora e as profundidades das haste sulcadoras não influenciarem as características da planta e da espiga, pode estar relacionado principalmente a fatores genéticos da cultivar utilizada, e também da compensação do desenvolvimento da espiga, mesmo quando a profundidade do adubo foi alterada e também a mobilização do solo, além disto a homogeneidade da área e a distribuição pluviométrica de forma regular, também podem ter contribuído para a proximidade dos tratamentos durante o ciclo da cultura.

**Tabela 8.** Valores médios obtidos para diâmetro do colmo, altura de planta e altura de inserção da primeira espiga na cultura do milho.

Tratamentos	Diâmetro do colmo (mm)	Altura de planta (m)	Altura de inserção/espiga (m)
Velocidades (km h <sup>-1</sup> )			
(V)			
4,5	19,4	2,10	1,15
6,5	20,0	2,15	1,20
Profundidades (cm <sup>-1</sup> )			
(P)			
10	20,2	2,15	1,20
12,5	19,5	2,20	1,20
15	19,3	2,10	1,15
Teste de F			
V	1,79 <sup>NS</sup>	2,61 <sup>NS</sup>	0,24 <sup>NS</sup>
P	1,38 <sup>NS</sup>	2,80 <sup>NS</sup>	0,89 <sup>NS</sup>
VxP	0,21 <sup>NS</sup>	0,47 <sup>NS</sup>	0,37 <sup>NS</sup>
CV (%)	5,49	4,54	5,73

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. C.V.: coeficiente de variação (%). \*\*significativo (P<0,01). \*significativo (P<0,05). ns: não significativo.

Os valores médios obtidos para o estande inicial e final de plantas e a produtividade da cultura do milho (Tabela 9). O estande inicial não apresentando diferença significativa, tanto para o fator velocidades, como para profundidade e a interação de ambos, com uma variação, para menos, do estande desejado de 60.000 plantas por hectare de 7% na profundidade de 15 cm. Por outro lado, o estande final foi significativamente menor para a profundidade de 15 cm, comparada a de 12,5 cm, na qual se obteve maior estande final (59.490 plantas). Para a variável produtividade pode-se observar que no fator velocidade de deslocamento do conjunto trator/semeadora-adubadora não apresentou diferença estatística para nenhuma das velocidades

estudadas, por outro lado para a variável profundidade das hastes sulcadoras pode-se observar que houve diferença significativa, sendo que a melhor produtividade foi para a menor profundidade (10 cm) com 7.075 Kg ha<sup>-1</sup>. Ainda comparando o efeito dos tratamentos para a produtividade podemos observar que na menor profundidade para a maior profundidade proporcionou um acréscimo de mais de 890 kg h<sup>-1</sup>.

**Tabela 9.** Valores médios obtidos para estande inicial e final das plantas e a produtividade da cultura do milho.

Tratamentos	Estande inicial (Plantas ha <sup>-1</sup> )	Estande final (Plantas ha <sup>-1</sup> )	Produtividade (kg ha <sup>-1</sup> )
Velocidades (km h <sup>-1</sup> )			
(V)			
4,5	58.950	57.561	6.750
6,5	57.870	55.864	6.850
Profundidades (cm <sup>-1</sup> )			
(P)			
10	57.407	56.481 ab	7.075 a
12,5	60.879	59.490 a	7.068 a
15	56.944	54.166 b	6.183 b
Teste de F			
V	0,74 <sup>NS</sup>	2,34 <sup>NS</sup>	0,09 <sup>NS</sup>
P	3,92 <sup>NS</sup>	7,72 <sup>**</sup>	3,96 <sup>*</sup>
VxP	0,11 <sup>NS</sup>	0,37 <sup>NS</sup>	2,50 <sup>NS</sup>
CV (%)	5,26	4,79	10,54

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. C.V.: coeficiente de variação (%). \*\*significativo (P<0,01). \*significativo (P<0,05). ns: não significativo.

## **2 Segundo ano agrícola sementeira da cultura da soja**

### **2.1 Desempenho operacional do conjunto trator-semeadora/adubadora**

Na Tabela 10 são apresentados valores de força média e pico de tração, na operação de sementeira da soja.

A força de tração média e pico não apresentaram diferença estatística significativa nas duas velocidades de deslocamento do conjunto trator/semeadora-adubadora e nas três profundidades das hastes sulcadoras, devido à profundidade das hastes sulcadoras e a velocidade de deslocamento do conjunto trator/semeadora-adubadora não serem constantes.

Mesmo na maior velocidade de deslocamento, podemos observar uma pequena diminuição na força média e pico de tração, resultados semelhantes aos de MAHL (2006). Nesse experimento, o aumento da exigência da força de tração para as velocidades foi devido ao fato de que as profundidades das hastes foram analisadas em diferentes profundidades, isso foi observado visualmente e por algumas medições durante a sementeira, porém, não foi feito em todas as parcelas e muito menos a análise estatística.

O aumento da velocidade de deslocamento na operação de sementeira não influenciou nenhum dos parâmetros agrônômicos da cultura da soja.

**Tabela 10.** Valores médios obtidos para força média e pico na barra de tração e potência média e pico na barra de tração na semeadura da soja.

Tratamentos	Força Média (kN)	Força Pico (kN)	Potência Média (kW)	Potência Pico (kW)
Velocidades (km h <sup>-1</sup> )				
(V)				
4,5	22,47	34,26	31,47	46,30
6,5	22,13	33,65	28,39	38,18
Profundidades (cm <sup>-1</sup> )				
(P)				
10	21,54	32,17	27,51	37,11
12,5	21,95	35,80	30,77	45,37
15	23,41	35,16	31,52	44,24
Teste de F				
V	0,10 <sup>NS</sup>	0,31 <sup>NS</sup>	1,65 <sup>NS</sup>	1,94 <sup>NS</sup>
P	1,15 <sup>NS</sup>	1,52 <sup>NS</sup>	1,05 <sup>NS</sup>	0,79 <sup>NS</sup>
VxP	2,17 <sup>NS</sup>	0,62 <sup>NS</sup>	5,125 <sup>*</sup>	5,24 <sup>*</sup>
CV (%)	11,65	8,01	19,66	33,78

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. C.V.: coeficiente de variação (%). \*\*significativo (P<0,01). \*significativo (P<0,05). ns: não significativo.

A Tabela 11 apresenta os resultados do desdobramento da interação entre velocidade de deslocamento do conjunto trator/semeadora-adubadora e profundidade das hastes sulcadoras para as variáveis potência média e pico,

Sabendo-se que a demanda de potência é uma relação direta entre a força de tração e a velocidade, constatou-se que para a variável potência média a exigência de potência na barra de tração foi significativa para a maior velocidade (6,5 km h<sup>-1</sup>) em todas as profundidades (10; 12,5 e 15 cm) sendo que a maior potência foi para a maior profundidade. Observando as profundidades das hastes sulcadoras podemos relatar que somente na menor profundidade (10 cm) encontramos diferença significativa entre

as velocidades estudadas destacando que a maior potência foi para a velocidade de 6,5 km h<sup>-1</sup>) com a profundidade de 15 cm.

Esse fato está diretamente relacionado à velocidade de deslocamento do conjunto trator/semeadora-adubadora. FURLANI (2005) apresentou valores médios para potência de 30 kW com velocidade de semeadura de 5 km h<sup>-1</sup> em semeadura direta.

**Tabela 11.** Desdobramento para potência média e pico.

<b>Potência média</b>		<b>Profundidades (cm)</b>		
		10	12,5	15
Velocidade (V)	4,5	35,21 Aa	31,57 Aa	27,62 Aa
(km h <sup>-1</sup> )	6,5	26,32 Bab	23,43 Ab	35,41 Aa
<b>Potência pico</b>		<b>Profundidades (cm)</b>		
		10	12,5	15
Velocidade (V)	4,5	53,36 Aa	45,96 Aa	35,12 Aa
(km h <sup>-1</sup> )	6,5	32,93 Ba	28,25 Aa	57,80 Aa

Médias seguidas de letras maiúsculas distintas nas colunas e minúsculas nas linhas diferem entre si pelo teste de Tukey para um nível de 5% de probabilidade.

Na Tabela 12 observa-se os valores para consumo de combustível horário, consumo de combustível operacional, sendo esse não apresentando diferença significativa, provavelmente devido à homogeneidade do solo.

O desempenho operacional e energético das máquinas semeadoras-adubadoras segundo Mahl (2006) é avaliado pela capacidade de campo efetiva, demanda de força de tração e de potência, consumo de combustível e patinação das rodas motrizes. O consumo de energia nas operações agrícola pode variar de acordo com o tipo de solo, a condição de cobertura, o sistema de semeadura adotado, e o maquinário (SILVEIRA, 2008), sendo que nessa pesquisa não foi alterado de acordo com as velocidades de deslocamento do conjunto trator/semeadora-adubadora e as profundidades de trabalho das hastes sulcadoras.

De acordo com NAGAOKA e NOMURA (2003) o consumo horário de combustível na semeadura direta foi de 4,6 L h<sup>-1</sup>, mostrando a vantagem deste método em relação aos demais (convencional e reduzido). SCHOROCK et al, (1985) em sistema de plantio direto encontrou consumo de 11,34 L h<sup>-1</sup>. MAHL (2006) encontrou em média 12% de aumento no consumo horário de combustível para cada km h<sup>-1</sup> de aumento na velocidade de deslocamento na operação de semeadura, neste trabalho, ocorreu aumento de 6,8% de 4,0 para 5,0 km h<sup>-1</sup> e 11,5% de 5,0 para 6,0 km h<sup>-1</sup>, neste segundo ponto, concorda-se com MAHL (2006), visto que esse autor trabalhou com velocidades superiores a 5,0 km h<sup>-1</sup>. Resultados semelhantes também foram encontrados por MAHL (2002).

**Tabela 12.** Valores médios obtidos para consumo de combustível horário (l/h) e operacional (l/ha) e da capacidade de campo operacional (CCo), na operação de semeadura da soja.

Tratamentos	Consumo (L/h)	Consumo (L/ha)	Capacidade de Campo Operacional (CCO)
Velocidades (km h <sup>-1</sup> )			
(V)			
4,5	12,31	9,08	1,36
6,5	11,99	9,63	1,26
Profundidades (cm <sup>-1</sup> )			
(P)			
10	12,34	9,13	1,38
12,5	11,20	8,99	1,24
15	12,91	9,95	1,32
Teste de F			
V	0,17 <sup>NS</sup>	1,17 <sup>NS</sup>	1,46 <sup>NS</sup>
P	1,75 <sup>NS</sup>	1,37 <sup>NS</sup>	0,94 <sup>NS</sup>
VxP	1,49 <sup>NS</sup>	1,87 <sup>NS</sup>	5,44 <sup>*</sup>
CV (%)	15,33	13,42	15,48

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. C.V.: coeficiente de variação (%). \*\*significativo (P<0,01). \*significativo (P<0,05). ns: não significativo.

Na Tabela 13 observa-se os resultados do desdobramento da interação entre velocidade de deslocamento do conjunto trator/semeadora-adubadora e profundidade das hastes sulcadoras para a variável a capacidade de campo operacional (CCO). Pode-se relatar que na menor velocidade ( $4,5 \text{ km h}^{-1}$ ) ocorreram diferenças significativas entre todas as profundidades estudadas (10; 12,5 e 15 cm), fato esse pode ser explicado pela mudança das profundidades das hastes sulcadoras durante o trabalho realizado, sendo que trabalhando com a velocidade menor ( $4,5 \text{ km h}^{-1}$ ) e a profundidade maior (15 cm) o conjunto trator/semeadora-adubadora apresentou uma menor Capacidade de Campo Operacional (CCO), já na velocidade  $6,5 \text{ km h}^{-1}$  não ocorreram diferenças significativas entre as três profundidades das hastes sulcadoras 10; 12,5 e 15 cm.

Com relação às velocidades de trabalho observa-se que nas duas ocorreram diferenças significativas somente para a menor profundidade (10 cm), seja na menor velocidade ( $4,5 \text{ km h}^{-1}$ ) e na menor profundidade (10 cm) ocorreu a maior capacidade de campo operacional (1,58 ha/h), diferente da menor velocidade ( $4,5 \text{ km h}^{-1}$ ) com a maior profundidade (15 cm) que pode-se observar que ocorreu a menor capacidade de campo operacional (1,16 ha/h).

Diversos autores verificaram o efeito da velocidade de deslocamento sobre o aumento da capacidade de campo efetiva, dentre os quais, JUSTINO (1998) E MAHL (2006).

**Tabela 13.** Desdobramento para Capacidade de Campo Operacional (CCO).

Capacidade de campo operacional		Profundidades (cm)		
		10	12,5	15
Velocidade (V)	<b>4,5</b>	1,58 Aa	1,32 Aab	1,16 Ab
( $\text{km h}^{-1}$ )	<b>6,5</b>	1,18 Ba	1,18 Aa	1,45 Aa

Médias seguidas de letras maiúsculas distintas nas colunas e minúsculas nas linhas diferem entre si pelo teste de Tukey para um nível de 5% de probabilidade.

Na Tabela 14 são apresentados os valores da patinação dos rodados dianteiros e traseiros. Os valores encontrados nessa pesquisa estão dentro ou acima dos valores sugeridos e dos índices preconizados pela ASABE (2006), que recomenda, para obtenção de máxima eficiência de tração, sendo que para solos não mobilizados, é de 8 a 10% e para solos mobilizados é de 11 a 13%, evidenciando que o trator estava com lastro acima do recomendado para o trabalho com semeadora adubadora, podendo haver remoção de lastro. Outro fator que pode explicar os valores de patinação é que a semeadora adubadora trabalhou com diferentes profundidades das hastes sulcadoras, sendo assim na profundidade maior (15 cm), a porcentagem de patinação do trator foi maior. Os rodados traseiros sofreram influência da profundidade de trabalho das hastes sulcadoras e nos rodados dianteiros, não houve diferença significativa.

SALVADOR et al. (2008) afirmam que a menor patinação dos rodados motrizes proporciona menor compactação do solo, menor desgaste dos pneus e dos mecanismos de transmissão, como também reduz os gastos adicionais de combustíveis.

De acordo com Cepik et al. (2010), a patinação aumenta à medida que aumenta a quantidade de resíduos sobre o solo, efeito que pode ser atribuído ao contato deficiente do pneu com o solo e pela palhada ser composta de fragmentos não ancorados, passíveis de fácil remoção pelo pneu.

**Tabela 14.** Valores médios obtidos para patinagem na operação de semeadura da cultura da soja.

Tratamentos	Patinagem (%)	
	Roda dianteira	Roda traseira
Velocidades (km h <sup>-1</sup> )		
(V)		
4,5	10	6
6,5	12	10
Profundidades (cm <sup>-1</sup> )		
(P)		
10	10	5 ab
12,5	11	6 b
15	12	12 a
Teste de F		
V	3,58 <sup>NS</sup>	4,09 <sup>NS</sup>
P	1,29 <sup>NS</sup>	4,11 <sup>*</sup>
VxP	1,47 <sup>NS</sup>	1,24 <sup>NS</sup>
CV (%)	27,97	55,81

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. C.V.: coeficiente de variação (%). \*\*significativo (P<0,01). \*significativo (P<0,05). ns: não significativo.

## 2.2 Características agronômicas da cultura da Soja

Os parâmetros como o número de vagens por planta, a altura de planta e a altura de inserção de primeira vagem para a cultura da soja (Tabela 15), sendo que os resultados não apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos. De acordo com os valores de altura de plantas e número de vagens por planta, esses são fatores imprescindíveis para afirmar que a cultura da soja foi conduzida em boas condições de desenvolvimento vegetativo e reprodutivo, principalmente no que diz respeito ao número de vagens.

Os valores de altura de inserção da primeira vagem estão próximos ao limite mínimo ideal para colheita mecânica, que, segundo Mello (1988), é de 13 cm. Entretanto, Peixoto e Souza (2002) consideram ideal a altura de inserção da primeira vagem na soja em torno de 15 a 20 cm, o que não seria empecilho à colheita mecanizada da soja. Já Barros et al. (2003), considera a altura de planta de soja ideal na colheita mecanizada, nas condições de cerrado acima de 50 cm, fato não observado na presente pesquisa. De acordo com Guimarães et al. (2008), a altura de planta é característica fundamental na determinação da cultivar a ser introduzido em uma região, uma vez que se relaciona com a produtividade de grãos, o controle de plantas daninhas e as perdas durante a colheita mecanizada.

A altura de inserção da primeira vagem de soja é uma característica agrônômica importante na operação de colheita mecanizada dos grãos (MEDINA, 1994), parâmetro fitotécnico fundamental para diminuir as perdas naturais e perdas na colheita. As possíveis variações desses componentes de produção podem sofrer alterações de acordo com as características genéticas da planta e a interação genótipo-ambiente.

**Tabela 15.** Valores médios obtidos para número de vagens por planta, altura de planta, altura de inserção de primeira vagem, na cultura de soja.

Tratamentos	Número de vagens/planta	Altura de Planta (cm)	Altura de inserção 1ª vagem (cm)
Velocidades (km h <sup>-1</sup> )			
(V)			
4,5	234,7	83,1	13,4
6,5	281,6	86,3	15,3
Profundidades (cm <sup>-1</sup> )			
(P)			
10	267,4	88,4	14,6
12,5	266,0	85,1	13,2
15	241,0	80,5	15,5
Teste de F			
V	4,09 <sup>NS</sup>	1,03 <sup>NS</sup>	5,59 <sup>NS</sup>
P	0,55 <sup>NS</sup>	2,14 <sup>NS</sup>	0,33 <sup>NS</sup>
VxP	0,05 <sup>NS</sup>	1,61 <sup>NS</sup>	0,05 <sup>NS</sup>
CV (%)	22,01	9,04	13,77

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. C.V.: coeficiente de variação (%). \*\*significativo (P<0,01). \*significativo (P<0,05). ns: não significativo.

Podemos observar na Tabela 16 os resultados referentes às avaliações do estande inicial e final e produtividade de grãos obtidos na cultura da soja. As variáveis estande inicial e final das plantas de soja não apresentaram diferenças estatísticas significativas para as diferentes velocidades de deslocamento do conjunto trator/semeadora-adubadora e profundidades das hastes sulcadoras, isso mostra que o solo estava homogêneo quando foi realizado a semeadura sendo assim esse fator, não interferiu na emergência das plântulas, propiciando um estande inicial uniforme. O estande final apresentou o mesmo comportamento, o fator velocidade de deslocamento do conjunto trator/semeadora-adubadora e as profundidades das hastes sulcadoras,

não foram significativos para o estande final, efeito semelhante obteve MAHL (2006) para as velocidades de 5,5 e 7,9 km h<sup>-1</sup>. O estande final de plantas foi menor para a menor velocidade (4,5 km h<sup>-1</sup>) e para a profundidade intermediária (12,5 cm), isso pode estar relacionado com a possível camada de solo mais espessa, que proporcionou a baixa umidade, visto que faltou água durante esse ano agrícola. GRECO (2002) obteve média de estande inicial e final de 344.444 e 315.555 plantas/ha respectivamente, trabalhando com 25 sementes m<sup>-1</sup>, o que pode ter levado a uma baixa produtividade (1996 kg ha<sup>-1</sup>). Na regularidade de dosagem de sementes, é permitida variação máxima em torno de 7% (COELHO, 1996).

De forma geral os valores de população de plantas estão abaixo dos pré-estabelecidos, que foram de aproximadamente 267 mil plantas, representando uma porcentagem de sobrevivência média de 55%, o que não é considerada adequada do ponto de agrônomo. Silva et al. (2010), trabalhando com densidade populacional de 288 mil plantas e com 155 mil plantas para cultivar valiosa, obtiveram maior produção para a primeira população, sendo que mesmo assim foram inferiores aos encontrados nessa pesquisa.

De acordo com Silva et al. (2010), as cultivares de porte alto e de ciclo longo requer populações menores e a altura de plantas, o fechamento das entrelinhas e o acamamento das plantas, são influenciados pelos fatores que condicionam o crescimento das plantas, ou seja, local (clima), ano, época de semeadura, cultivar e fertilidade do solo. Portanto, estes são os fatores que definem a resposta da soja à variação na população de plantas.

A produtividade de grãos apresentou diferenças significativas para o tratamento velocidade de deslocamento do conjunto trator/semeadora-adubadora. Estes resultados são semelhantes aos encontrados por KLEIN et al, (2002), essa desigualdade nos valores de produtividade podem estar camufladas pela quantidade de precipitação durante o ciclo da cultura, ou seja, faltou água durante o ciclo da soja. O aumento da velocidade de deslocamento resulta em maior capacidade de campo efetiva, neste trabalho, poderia utilizar desse aumento sem prejudicar a produtividade da cultura da soja, sendo que na menor velocidade (4,5 km h<sup>-1</sup>) a produtividade foi menor (1570 kg/ha<sup>-1</sup>) e na maior velocidade (6,5 km h<sup>-1</sup>) a produtividade foi maior (1982 kg/ha<sup>-1</sup>), fato

este que mesmo trabalhando com a maior velocidade a semeadora não teve o efeito de flutuação.

**Tabela 16.** Valores médios obtidos para estande inicial e final das plantas e a produtividade da cultura da soja.

<b>Tratamentos</b>	<b>Estande inicial (plantas/ha)</b>	<b>Estande final (plantas/ha)</b>	<b>Produtividade (kg/ha<sup>-1</sup>)</b>
<b>Velocidades (km h<sup>-1</sup>)</b>			
(V)			
4,5	245.987	235.493	1.570 b
6,5	252.160	239.506	1.982 a
<b>Profundidades (cm<sup>-1</sup>)</b>			
(P)			
10	265.277	262.500	1.620
12,5	236.111	223.611	1.865
15	245.833	226.389	1.835
<b>Teste de F</b>			
V	0,13 <sup>NS</sup>	0,05 <sup>NS</sup>	6,21 <sup>*</sup>
P	1,01 <sup>NS</sup>	1,96 <sup>NS</sup>	0,95 <sup>NS</sup>
VxP	0,08 <sup>NS</sup>	0,51 <sup>NS</sup>	0,10 <sup>NS</sup>
<b>CV (%)</b>	<b>16,77</b>	<b>18,46</b>	<b>22,56</b>

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. C.V.: coeficiente de variação (%). \*\*significativo (P<0,01). \*significativo (P<0,05). ns: não significativo.

## V CONCLUSÕES

A velocidade de deslocamento na operação de semeadura do milho não interferiu na distribuição longitudinal de plântulas como por exemplo o espaçamento falho, estande inicial, produtividade de grãos e na demanda de consumo de combustível.

O trator exigiu maior força de tração na barra e potência na operação de semeadura do milho e da soja quando se utilizou a velocidade de  $(6,5 \text{ km h}^{-1})$ , trabalhando com a profundidade de  $(15 \text{ cm})$  das hastes sulcadoras.

A utilização da maior velocidade de deslocamento do conjunto trator/semeadora-adubadora e a menor profundidade de trabalho das hastes sulcadoras proporcionou menor demanda de força do conjunto tratorizado e mesma produtividade da cultura do milho.

A velocidade de  $6,5 \text{ km h}^{-1}$  aliado a profundidade de trabalho das hastes de  $12,5 \text{ cm}$  é o indicado para a realização da semeadura do milho e da soja nesse trabalho, proporcionando a maior produtividade.

A variação das velocidades de deslocamento do conjunto trator/semeadora-adubadora e das profundidades das hastes sulcadoras apresentaram interações significativas entre elas, sendo que na variável produtividade não houve interação entre os tratamentos estudados na cultura do milho e da soja.

## VI REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA

AIDAR, H.; KLUTHCOUSKI, J. Evolução das atividades lavoureiras e pecuária nos cerrados. In: KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L. F.; AIDAR, H. **Integração Lavoura-Pecuária**. 1. ed. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003. cap. 01, p. 25-58.

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

AMADO, M.; TOURN, M. C.; ROSATO, H. Efecto de la velocidad de avance sobre la uniformidad de distribución y emergencia de maíz. In: BARBOSA, O. A. **Avances em ingeniería agrícola 2003-2005**. San Luis: CADIR 2005, 2005. p. 77-81.

ANDREOLI, I.; CENTURION, J. F. Levantamento detalhado dos solos da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 27, 1999, Brasília. **Anais**. Brasília: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1999. 32p. (TO25-3 CD-ROM).

ARAÚJO, A. G.; CASÃO JÚNIOR, R.; SIQUEIRA, R. Máquinas para semear. **Cultivar Máquinas**, Pelotas, n. 2, p. 10-11, 2001.

ASABE. American Society Of Agricultural And Biological Engineers. ASAE D497.5: Agricultural machinery management data. In:\_\_\_\_\_. ASAE **Standards 2006**. St. Joseph, 2006. p. 391-398.

ASAE – AMERICAN SOCIETY OF AGRICULTURA ENGINEERS. Terminology for soil-engaging components for conservation tillage planters, drills and seeders. In: ASAE standards 1996: standards engineering practices data. San Joseph,1996. p.309-14. (ASAE D-497.2)

ASSIS, R. L., BAHIA, V. G. Práticas mecânicas de recuperação de características físicas dos dolos degradados pelo cultivo. **Informe Agropecuário**, v. 19, n. 191, p. 71-78, 1998.

BARROS, H. B.; PELUZIO, J. M.; SANTOS, M. M.; BRITO, E. L.; ALMEIDA, R. D. Efeito das épocas de semeadura no comportamento de cultivares de soja, no sul do estado do Tocantins. **Revista Ceres**, v. 50, n. 291, p. 565-572, 2003.

BERTOL, I.; ALBUQUERQUE, J. A.; LEITE, D.; AMARAL, A. J.; ZOLDAN JUNIOR, W. A. Propriedades físicas do solo sob preparo convencional e semeadura direta em rotação e sucessão de culturas, comparadas as do campo nativo. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, v. 28, n. 1, p. 155-163, 2004.

BORKERT, C. M.; CASTRO, C.; OLIVEIRA, F. A.; KLEPKER, D. & OLIVEIRA-JUNIOR, A. **O potássio na cultura da soja**. In: YAMADA, T. & ROBERTS, T.L., eds. Potássio na agricultura brasileira. Piracicaba, Potafos, 2005. p. 671- 713.

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

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: SNDA/ DNPV/CLAV, 1992. 365p.

CALEGARI, A. Rotação de culturas e uso de plantas de cobertura: dificuldades para a sua adoção. In: ENCONTRO NACIONAL DE PLANTIO DIRETO NA PALHA, 7, 2000, Foz do Iguaçu. **Resumos...** Foz do Iguaçu: F. B. P. D. P., 2000. p. 145-152.

CANOVA, R.; SILVA, R. P.; FURLANI, C. E. A.; CORTEZ, J. W. Distribuição de sementes por uma semeadora-adubadora em função de alterações mecanismo dosador e de diferentes velocidades de deslocamento. **Engenharia na Agricultura**, Viçosa, MG, v. 15, n. 3, p. 299-306, 2007.

CASÃO JUNIOR, R.; ARAÚJO, A. G. de; RALISCH, R. Desempenho da semeadora-adubadora Magnun 2850 em plantio direto no basalto paranaense. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 3, p. 523-532, 2000.

CEPIK, C. T. C.; TREIN, C. R.; LEVIEN, R.; CONTE, O. Força de tração e mobilização do solo por hastes sulcadoras de semadoras-adubadoras. *Revista brasileira de engenharia agrícola e ambiental*, Campina Grande, v. 14, n. 5, p. 561-6, 2010.

COELHO, J.L.D. Ensaio e certificação das máquinas para semeadura. In: MAILHE, L.G. **Máquinas agrícolas: ensaio e certificação**. Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, 1996. Cap. 11, p. 551-70.

COELHO, J. L. D. **Avaliação de elementos sulcadores para semeadoras-adubadoras utilizadas em sistemas conservacionistas de manejo do solo**. 1998. 96f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola). Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1998.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB. **Estimativa de área cultivada com soja na safra 2013/2014**. < <http://www.conab.gov.br>. Acesso em 10 mar. de 2014.

CORDEIRO, L. A. M.; REIS, M. S.; AGNES, E. L.; CECON, P. R. Efeito do plantio direto no controle de tiririca (*Cyperus rotundus* L.) e outras plantas daninhas na cultura do milho. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 5, n. 1, p. 1-9, 2006.

CORTEZ, J. W.; FURLANI, C. E. A.; SILVA, R. P.; LOPES, A. Distribuição longitudinal de sementes de soja e características físicas do solo no plantio direto. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 26, n. 2, p. 502-510, 2006.

CORTEZ, J. W. **Densidade de semeadura da soja e profundidade de deposição do adubo no sistema plantio direto**. 2007. 87f. Dissertação (mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - FCAV, Jaboticabal.

DALLMEYER, A. U. Opções na semeadura. **Cultivar Máquinas**, Pelotas, v. 1, n. 2, p. 06-09, 2001.

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

DERPSCH, R.; ROTH, D. H.; SIDIRAS, N.; KÖPKE, U. **Controle da erosão no Paraná, Brasil: sistemas de cobertura do solo, plantio direto e preparo convencional**. Eschborn: Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit. 1991, 268p.

EDMOND, J. B.; DRAPALA, W. L. The effects of temperature, sand and soil acetone on germination of okra seed. **Proceedings of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 71, p. 428-434, 1958.

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

FERREIRA, D. F. **Programa de análises estatísticas (Statistical Analysis Software) e planejamento de experimentos**. Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2003. Software.

FURLANI, C. E. A.; LOPES, A.; SILVA, R. P.; GROTTA, D. C. C.; REIS, G. N. dos. Desempenho de uma semeadora-adubadora em função do preparo do solo e da velocidade de deslocamento. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 33, 2004, São Pedro. **Anais...** São Pedro: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 2004.1 CD-ROM.

FURLANI, C.E.A. Sistema de manejo e rotação de culturas de cobertura em plantio direto de soja e milho. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.25, n.2, p.74, 2005.

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

FURLANI, C. E. A. CORTEZ, J. W.; SILVA, R. P.; GROTTA, D. C. C.; REIS, G. N.; ZANETTI, L. A. Avaliação do desempenho de uma semeadora-adubadora em função da velocidade de deslocamento e carga no depósito de fertilizante. **Engenharia na Agricultura**, Viçosa, v. 14, n. 4, p. 268-275, 2006.

FURLANI, C. E. A.; PAVAN JÚNIOR, A.; LOPES, A.; SILVA, R. P.; GROTTA, D. C. C.; CORTEZ, J. W. Desempenho operacional de semeadora-adubadora em diferentes manejos da cobertura e da velocidade. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 27, n. 2, p. 456-462, 2007

FURLANI, C. E. A.; CORTEZ, J. W.; SILVA, R. P.; GROTTA, D. C. C. Cultura do milho em diferentes manejos de plantas de cobertura do solo em plantio direto. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, Jaboticabal, v.7. n.1, p.161–167, 2007.

GRECO, C.R. **Sistema de manejo de solo e da cobertura vegetal na cultura da soja.(Glycine Max(L)) semeada com dois mecanismos sulcadores.** 2002. 139 f. (Tese de Doutorado em Energia na Agricultura) – Faculdade de ciências agronômicas, Universidade Estadual Paulista, 2002.

GROTTA, D. C. C. **Desempenho de um trator agrícola em operação de gradagem utilizando biodiesel etílico filtrado de óleo residual como combustível**. 2003. 58 f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, 2003.

GUIMARÃES, F. de S.; REZENDE, P.M. de; CASTRO, E.M. de; CARVALHO, E. de A.; ANDRADE, M. J. B. de; CARVALHO, E. R. Cultivares de soja [*Glycine max* (L.) Merrill] para cultivo de verão na região de Lavras, MG. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 32, n. 4, p. 1099-1106, jul./ago. 2008.

IAPAR. **Direto na qualidade**. Operação de comunicação plantio direto com qualidade. 2002. 6p. (Boletim, 4)

KLIEMANN, H.J.; BRAZ, A.J.B.P.; SILVEIRA, P.M. Taxas de decomposição de resíduos de espécies de cobertura em Latossolo Vermelho Distroférico. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 36. n. 1. p. 21-28, 2006.

KLEIN, V.A.; SIOTA, T.A.; ANESI, A.L. ; BERBOSA, R. Efeito da velocidade na semeadura direta de soja. **Engenharia Agrícola**, v.22, n.1, p.75-82, jan. 2002.

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

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, 2000. Pelotas **Anais...** Pelotas: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 2000. 1 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 DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 30. 2001, Foz IGUAÇU. **Anais...** Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 2001. 1 CD ROM.

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

MAHL, D. **Desempenho de semeadora-adubadora de milho (*Zea mays* L.) em sistema de plantio direto**. 2002, 160f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Energia na Agricultura), Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, 2002.

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 milho sob variação de velocidade e condição de solo; **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 24, n. 1, 2004. p. 150-157.

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

MEDINA, P. F. **Produção de sementes de cultivares precoces de soja, em diferentes épocas e locais do Estado de São Paulo**. 1994. 173f. Tese (Doutorado em Agronomia/ Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba.

MELLO, L. M. M. **Efeitos de diferentes sistemas de preparo do solo na cultura da soja (*Glycine max* (L) Merrill) e sobre algumas propriedades de um Latossolo Vermelho Escuro de Cerrado.** 1988. 132f. Tese (Doutorado em Agronomia – Energia na Agricultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1988.

MELO FILHO, G.A., RICHETTI, A. Aspectos socioeconômicos da cultura do milho. In: EMBRAPA. **Milho: Informações Técnicas.** Dourados: EMBRAPA-CPAO. P. 13-37, 1197

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. **Anais.** São Pedro: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 2004. CD-ROM

MENEZES, L. A. S. **Alteração de propriedades químicas e físicas do solo em função da fitomassa de plantas de cobertura.** 2002. 73 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia)–Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2002.

MERCANTE, E.; SILVA, S. L.; MODOLO, A. J.; SILVEIRA, J. C. M. Demanda energética e distribuição de sementes de milho em função da velocidade de duas semeadoras. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental**, Campina Grande, v. 9, n. 3, p. 424-428, 2005.

MODOLO, A. J.; SILVA, S. de L.; SILVEIRA, J. C. M. da; MERCANTE, E. Avaliação do desempenho de duas semeadoras-adubadoras precisão em diferentes velocidades. **Engenharia na Agricultura**, Viçosa MG, v. 12, n. 4, p. 298-306. 2004.

MODOLO, A. J.; SILVA, S. de L.; GABRIEL FILHO, A. Força necessária. **Cultivar Máquinas**, Pelotas, v. 8, n. 73, p. 6-9, 2008.

MOLIN, R. Espaçamento entre linhas de semeadura na cultura do milho. **Rev. Batavo**, 2000,p.33.

MURRAY, J. R.; TULLBERG, J. N.; BASNET, B. B. **Planters and their Components: types, attributes, functional requirements, classification and description**. ACIAR Monograph nº 121. University of the Queensland, Australia, 2006. 178p.

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

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

OLIVEIRA, J.G.R.; RALISCH, R.; GUIMARÃES, M.F.; BARBOSA, G.M.C.; TAVARES FILHO, J. Erosão no plantio direto: perda de solo, água e nutrientes. **Bol. geogr.**, v. 30, n. 3, p. 91-98, 2012.

ORTOLANI, A. F.; BANZATO, D. A.; BORTOLI, N. M. Influência da profundidade de semeadura e da compactação do solo na emergência e desenvolvimento do sorgo granífero. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 20, 1986, São Paulo. **Anais...** Botucatu: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 1986. p. 21.

PAULA, M. B.; ASSIS, R. P.; BAHIA, V. G.; OLIVEIRA, C. V. Efeitos dos resíduos culturais, adubos verdes, rotação de culturas e aplicação de corretivos nas propriedades físicas e recuperação dos solos. **Informe Agropecuário**, v. 19, n. 191, p. 66-70, 1998.

PEIXOTO, M. F.; SOUZA, I. F. Efeitos de doses de imazamox e densidades de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) em soja (*Glycine max* (L.) Merrill) sob plantio direto. **Ciência e Agrotecnologia**, v.26, n.2, p.252-258, 2002.

PEREIRA FILHO, I. A.; ALVARENGA, R. C.; CRUZ, J. C. Fatores que interferem no resultado do milho. **Campo e Negócio**, Uberlândia v 5, n. 68, p. 24-27, 2008.

SALVADOR, N.; BENEZ, S. H.; MION, R. L. Consumo de combustível na operação de subsolagem realizada antes e depois de diferentes sistemas de preparo periódico do solo. **Engenharia Agrícola**, v. 28, n. 2, p. 256-62, 2008.

SCHOROCK, M.D.; KRAMER, S.J.; CLARK, S.J. Fuel requirements for field operations in Kansas. **Transaction of the ASAE**, v.28, p.669-74, 1985.

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

SILVA, S. L. **Avaliação de semeadoras para plantio direto: Demanda de energia, distribuição longitudinal e profundidade de deposição de sementes em diferentes velocidades de deslocamento**. 2000. 125f. Tese (Doutorado em Agronomia/Energia na Agricultura) - Faculdade de Ciências Agrônômica, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2000.

SILVEIRA, J. C. M. da; FILHO, A. G.; SECCO, D. Demanda de potência e força de tração de uma semeadora na implantação do milho safrinha sob plantio direto; **Engenharia na Agricultura**, Viçosa, MG, v. 13, n. 4, p. 256-267, 2005.

SILVEIRA, J. C. M. **Desempenho operacional no conjunto trator-semeadora em função da velocidade e rotação no eixo do motor.** 2008, 118f. Tese – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola – Universidade Federal de Viçosa. 2008.

SIQUEIRA, R.; ARAÚJO, A. G.; CASÃO JUNIOR, R.; RALISH, 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...** Foz do Iguaçu: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 2001. 1 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. 88 p.

TOURINO, M. C. C.; REZENDE, P. M.; SALVADOR, N. Espaçamento, densidade e uniformidade de semeadura na produtividade e características agronômicas da soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, n. 8, p.1071-1077, 2002.

TRINTIN, C. G.; NETO-PINHEIRO, R.; BORTOLOTTI, V. C. Demanda energética solicitada por uma semeadora - adubadora para plantio direto, submetida a três velocidades de operação. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 27, n. 1, p. 127-31, 2005.