

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

**DESEMPENHO OPERACIONAL DE SEMEADORA-ADUBADORA DE
PRECISÃO EM FUNÇÃO DO TIPO DE MARTELETE E VELOCIDADE
DE DESLOCAMENTO NA CULTURA DO MILHO**

MARÍSIA CRISTINA DA SILVA

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

BOTUCATU-SP
Maio – 2009

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

**DESEMPENHO OPERACIONAL DE SEMEADORA-ADUBADORA DE
PRECISÃO EM FUNÇÃO DO TIPO DE MARTELETE E VELOCIDADE
DE DESLOCAMENTO NA CULTURA DO MILHO**

MARÍSIA CRISTINA DA SILVA

Orientador: Prof. Dr. Carlos Antonio Gamero

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

BOTUCATU-SP
Maio – 2009

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

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

**TÍTULO: “DESEMPENHO OPERACIONAL DE SEMEADORA-ADUBADORA DE
PRECISÃO EM FUNÇÃO DO TIPO DE MARTELETE E VELOCIDADE
DE DESLOCAMENTO NA CULTURA DO MILHO”**

ALUNA: MARÍSIA CRISTINA DA SILVA

ORIENTADOR: PROF. DR. CARLOS ANTONIO GAMERO

Aprovado pela Comissão Examinadora



PROF. DR. CARLOS ANTONIO GAMERO



PROF. DR. CARLOS EDUARDO ANGELI FURLANI



PROFA. DRA. MARIA HELENA MORAES

Data da Realização: 08 de maio de 2009.

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

S586d Silva, Marísia Cristina da, 1978-
Desempenho operacional de semeadora-adubadora de precisão em função do tipo de martelete e velocidade de deslocamento na cultura do milho / Marísia Cristina Silva. - Botucatu : [s.n.], 2009.
xiii, 81 f. : il. color., gráfs., tabs.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2009
Orientador: Carlos Antonio Gamero
Inclui bibliografia.

1. Velocidade de deslocamento. 2. Plantio direto. 3. Milho - Cultura. 4. Martelete. I. Gamero, Carlos Antonio. II. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Campus de Botucatu). Faculdade de Ciências Agrônômicas. III. Título.

“Acender a luz, iluminar, vem chegado à hora
De tudo enfim se clarear;
Na lida dos dias meus, que só querem ver o vento e viajar;
Voar, voar no som. Porque será que o pensamento;
Esse eterno viajante, nos carrega a todo instante,
Sempre a procurar horizontes...”
(Almir Sater e Renato Teixeira)

Para

Sonia e Julio, meus pais

Dedico.

Para

Maybi e Julio, meus irmãos

Ofereço.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela vida e por sua incondicional proteção;

Ao Prof. Dr. Carlos Antonio Gamero, pela confiança, amizade, dedicação e disposição em me orientar;

Ao Prof. Dr. Silvio José Bicudo, por sua paciência, amizade e companheirismo;

Ao Prof. Dr. Paulo Roberto Arbex Silva, pela atenção, disposição e ensinamentos;

Ao Prof. Dr. Marco A. M. Biaggioni, pelo apoio e compreensão;

Aos docentes, Prof. Dr. Sergio Lázaro de Lima, Prof. Dr. Zacarias Xavier de Barros e Prof. Dr. Carlos Alexandre C. Crusciol, pelas conversas profissionais, ensinamentos e conselhos;

A todos os docentes das disciplinas cursadas pelo programa;

À Faculdade de Ciências Agrônômicas da UNESP, Campus de Botucatu, ao Departamento de Engenharia Rural e à coordenação do Curso de Pós-graduação em Agronomia, Área de Concentração em Energia na Agricultura, pela oportunidade;

Aos funcionários da Fazenda de Ensino, Pesquisa e Produção (FEPP) do Lageado, em especial a Mario de Oliveira Munhoz, Manuel Lopes dos Santos e Acássio Tavares por toda ajuda e amizade durante o desenvolvimento do experimento;

Ao laboratório de Sementes do Departamento de Agricultura e Melhoramento Vegetal, em nome do Prof. Dr. Cláudio Cavariani, por possibilitar a realização das análises com sementes.

Às funcionárias da Seção de Pós-Graduação;

A todos os funcionários da biblioteca Prof. Paulo de Carvalho Mattos;

À Márcia Maria L. da C. Gamero, pela amizade e sugestões ortográficas.

À Alessandra Costa Gamero, Ângela Billar de Almeida, Reni Saath, Rodrigo Domingues Barbosa, Jairo Costa Fernandes, Tassiana de Souza, Camila Maitan,

Elissa Ap. Brisola, Michelle Cardoso dos Santos, Marina Moura Morales, Maíra Uliana e Maíra dos Santos Fiori;

Ao meu estagiário Henrique Trevisanuto, pelo companheirismo e trabalho;

Ao amigo Eng^o Agr^o Msc. José Guilherme Lança Rodrigues, que tornou possível a realização desse trabalho, estando presente em todos os momentos importantes desta trajetória. Meus agradecimentos serão eternos e levo sua amizade dentro do peito, por onde quer que eu vá;

À minha família que acreditou no meu potencial por uma vida toda, e continua presente em todos os momentos valiosos. Obrigada pela paciência e amor.

À Roni Ap. Videschi, pela dedicação integral ao projeto, nos períodos mais difíceis. Pelo seu trabalho, amizade, companheirismo, carinho, amor e por acreditar em mim, meu sincero agradecimento será por toda minha vida.

SUMÁRIO

	Página
1. RESUMO.....	01
2. SUMMARY.....	03
3. INTRODUÇÃO.....	05
4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	07
4.1 A cultura do milho.....	07
4.2 Sistema Plantio Direto.....	08
4.3 Semeadora-Adubadora.....	09
4.4 Velocidade de deslocamento.....	11
4.5 Distribuição de sementes e fertilizantes.....	12
4.6 Demanda energética e operacional.....	14
4.7 Testes de vigor, danos mecânicos em sementes, germinação de sementes e emergência de plântulas de milho.....	16
4.8 Produtividade do milho.....	18
5. MATERIAL E MÉTODOS.....	21
5.1 Material.....	21
5.1.1 Localização da área experimental.....	21
5.1.2 Caracterização do solo.....	22
5.1.3 Descrição do clima e precipitação pluvial.....	24
5.1.4 Equipamentos e insumos agrícolas.....	26
5.1.4.1 Máquinas agrícolas.....	26
5.1.4.1.1 Trator.....	26
5.1.4.1.2 Equipamentos agrícolas.....	26
5.1.4.2 Insumos agrícolas.....	27
5.1.4.2.1 Caracterização do híbrido de milho utilizado.....	27
5.1.4.2.2 Fertilizantes.....	28
5.1.4.2.3 Defensivos agrícolas.....	28
5.1.5 Materiais utilizados para coleta de amostras dos parâmetros de caracterização do solo.....	29

5.1.5.1	Determinação do teor de água e densidade do solo.....	29
5.1.5.2	Determinação da matéria seca da cobertura vegetal.....	29
5.1.5.3	Determinação da porcentagem de cobertura do solo.....	29
5.1.5.4	Determinação da resistência do solo à penetração.....	29
5.1.6	Materiais utilizados para coleta de dados dos parâmetros de avaliação.....	30
5.1.6.1	Sistema eletrônico de aquisição de dados.....	30
5.1.6.2	Determinação da profundidade de deposição de sementes.....	30
5.1.6.3	Determinação da área de solo mobilizado e profundidade de sulco de semeadura.....	31
5.1.6.4	Determinação do consumo horário e operacional de combustível.....	31
5.1.6.5	Determinação de força de tração na barra.....	32
5.1.7	Materiais utilizados para os parâmetros avaliados após a semeadura.....	32
5.1.7.1	Determinação da distribuição longitudinal de plantas.....	32
5.1.7.2	Avaliações na cultura do milho.....	33
5.1.7.2.1	Componentes morfológicos.....	33
5.1.7.2.2	Componentes de produção.....	33
5.1.7.2.3	Determinação de danos mecânicos nas sementes.....	33
5.1.7.2.4	Produtividade.....	34
5.2	Métodos.....	34
5.2.1	Delineamento experimental.....	34
5.2.2	Descrição dos tratamentos.....	34
5.2.3	Instalação e condução do experimento.....	35
5.2.4	Cronograma de condução do experimento.....	36
5.2.5	Métodos de determinação dos parâmetros de caracterização do solo.....	38
5.2.5.1	Determinação do teor de água e densidade do solo.....	38
5.2.5.2	Determinação da matéria seca da cobertura vegetal.....	39
5.2.5.3	Determinação da porcentagem de cobertura do solo.....	39
5.2.5.4	Determinação da resistência do solo à penetração.....	39
5.2.5.5	Determinação da granulometria e das análises químicas do solo.....	40
5.2.6	Métodos de determinação dos parâmetros de avaliação durante a operação de	

semeadura.....	40
5.2.6.1 Determinação da profundidade de deposição de sementes.....	40
5.2.6.2 Determinação da área de solo mobilizado e profundidade de sulco de semeadura.....	41
5.2.6.3 Determinação do consumo horário de combustível.....	41
5.2.6.4 Determinação do consumo operacional de combustível.....	42
5.2.6.5 Determinação da força média na barra de tração.....	42
5.2.6.6 Determinação da força máxima na barra de tração.....	43
5.2.6.7 Velocidade de deslocamento.....	43
5.2.6.8 Capacidade de campo efetiva.....	44
5.2.7 Métodos utilizados para os parâmetros avaliados após a semeadura.....	44
5.2.7.1 Determinação da distribuição longitudinal de plantas.....	44
5.2.7.2 Número médio de dias para emergência de plântulas.....	45
5.2.7.3 Na cultura do milho.....	45
5.2.7.3.1 Componentes morfológicos.....	45
5.2.7.3.2 Componentes de produção.....	46
5.2.7.3.3 Determinação de danos mecânicos nas sementes.....	47
5.2.7.4 Produtividade.....	48
5.2.7.5 Análise estatística dos dados.....	49
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	50
6.1 Matéria seca e porcentagem de cobertura do solo.....	51
6.2 Profundidade de deposição de sementes e de sulco de semeadura e área de solo mobilizado.....	51
6.3 Consumo horário e operacional de combustível.....	53
6.4 Força máxima e média de tração na barra.....	55
6.5 Velocidade de deslocamento e capacidade de campo efetiva.....	57
6.6 Distribuição longitudinal de plantas.....	58
6.7 Número médio de dias para emergência de plântulas.....	61
6.8 Altura de planta.....	62
6.9 Altura de inserção da primeira espiga.....	62

6.10 Número de espigas por planta.....	63
6.11 Diâmetro do colmo.....	64
6.12 Estande inicial e final de plantas e índice de sobrevivência.....	64
6.13 Massa de mil grãos.....	66
6.14 Teste de coloração rápida (tintura de iodo) e germinação.....	67
6.15 Produtividade.....	69
7. CONCLUSÕES.....	71
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	72

LISTA DE TABELAS

	Página
Tabela 1. Distribuição granulométrica do solo na área experimental.....	22
Tabela 2. Parâmetros de propriedades e características físicas do solo.....	22
Tabela 3. Análise química do solo antes da implantação do experimento.....	23
Tabela 4 Teor de água no solo no momento da semeadura do milho e da determinação da resistência do solo à penetração.....	23
Tabela 5. Resistência do solo à penetração (MPa) por bloco, sob diferentes profundidades.....	24
Tabela 6. Descrição dos fatores e dos tratamentos estudados.....	35
Tabela 7. Cronograma de atividades desenvolvidas para a execução do experimento.....	37
Tabela 8. Profundidade de deposição de sementes (m), de acordo com os fatores marteletes e velocidades (km h ⁻¹).....	51
Tabela 9. Profundidade do sulco de semeadura (m), de acordo com os fatores marteletes e velocidades (km h ⁻¹).....	52
Tabela 10. Área de solo mobilizado (m) de acordo com os fatores marteletes e velocidades (km h ⁻¹).....	53
Tabela 11. Consumo horário de combustível (L ha ⁻¹), de acordo com os fatores marteletes e velocidades (km h ⁻¹).....	54
Tabela 12. Consumo operacional de combustível (L ha ⁻¹), de acordo com os fatores marteletes e velocidades (km h ⁻¹).....	54
Tabela 13. Força máxima (kN) de tração na barra, de acordo com os fatores marteletes e velocidades (km h ⁻¹).....	56
Tabela 14. Força média de tração na barra (N), de acordo com os fatores marteletes e velocidades (km h ⁻¹).....	56
Tabela 15. Velocidade de deslocamento (km h ⁻¹), de acordo com os fatores marteletes e velocidades (km h ⁻¹).....	57

Tabela 16.	Capacidade de campo efetiva (ha h ⁻¹), de acordo com os fatores 2 marteletes e 5 velocidades (km h ⁻¹).....	58
Tabela 17.	Espaçamento falho (%), de acordo com os fatores marteletes e velocidades (km h ⁻¹).....	59
Tabela 18.	Espaçamento múltiplo (%), de acordo com os fatores marteletes e velocidades (km h ⁻¹).....	59
Tabela 19.	Espaçamento normal (%), de acordo com os fatores marteletes e velocidades (km h ⁻¹).....	60
Tabela 20.	Número de dias para emergência de plântulas, de acordo com os fatores marteletes e velocidades (km h ⁻¹).....	61
Tabela 21.	Altura de plantas (m), de acordo com os fatores marteletes e velocidades (km h ⁻¹).....	62
Tabela 22.	Altura de inserção da primeira espiga (m), de acordo com os fatores, marteletes e velocidades (km h ⁻¹).....	63
Tabela 23.	Número de espigas por planta, de acordo com os fatores marteletes e velocidades (km h ⁻¹).....	63
Tabela 24.	Diâmetro do colmo (m), de acordo com os fatores marteletes e velocidades (km h ⁻¹).....	64
Tabela 25.	Estande inicial e final de plantas e índice de sobrevivência, de acordo com os fatores marteletes e velocidades (km h ⁻¹).....	65
Tabela 26.	Massa de mil grãos (g), de acordo com os fatores marteletes e velocidades (km h ⁻¹).....	66
Tabela 27.	Teste de coloração rápida (%), de acordo com os fatores marteletes e velocidades (km h ⁻¹).....	67
Tabela 28.	Teste de germinação (%), de acordo com os fatores marteletes e velocidades (km h ⁻¹).....	68
Tabela 29.	Produtividade (kg), de acordo com os fatores marteletes e velocidades (km h ⁻¹).....	70

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Resistência do solo à penetração (MPa) sob diferentes profundidades.....	24
Figura 2. Dados mensais (abril de 2007 a maio de 2008) de precipitação pluviométrica (mm).....	25
Figura 3. Dados mensais (abril de 2007 a maio de 2008) de temperatura do ar (°C).....	25
Figura 4. Vista do painel com instrumentos eletrônicos indicadores dos dados coletados para a realização do experimento.....	30
Figura 5. Fluxômetro instalado no trator para determinação do consumo de combustível (acoplamento ao sistema de aquisição de dados (1), fluxômetro (2) e filtro de combustível (3).....	31
Figura 6. Conjunto utilizado para a determinação da força de tração na barra (suporte metálico “berço” (1) e célula de carga (2)	32
Figura 7. Marteletos de 4 e 5 dentes.....	35
Figura 8. Esquema da disposição dos tratamentos e dos blocos no campo.....	36

1 RESUMO

Na operação de semeadura, o estande adequado e a uniformidade de distribuição de sementes são componentes de grande influência na produtividade do milho. Esses fatores podem ser afetados por inúmeras variáveis, sendo a velocidade de operação da semeadora-adubadora uma das mais importantes, além da adequação semente/orifício no disco dosador. A velocidade de deslocamento e a regulagem da semeadora, sendo inadequadas, podem proporcionar baixa população de plantas, acarretando em uma produtividade não desejada. O presente trabalho teve como objetivo analisar o desempenho operacional de uma semeadora-adubadora de precisão, em função de cinco velocidades de deslocamento e dois tipos de martelete, utilizada para a semeadura da cultura do milho em sistema plantio direto. O experimento foi instalado e conduzido em área experimental pertencente à Faculdade de Ciências Agronômicas, UNESP – Botucatu, SP, no período de dezembro de 2007 a maio de 2008. O solo da área experimental foi classificado como Nitossolo Vermelho Distroférico, textura muito argilosa. O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso, com parcelas subdivididas, em esquema fatorial 2x5, sendo dois tipos de marteletes (4 e 5 dentes) e cinco velocidades de deslocamento (3,0; 4,5; 5,0; 7,0 e 9,0 km h⁻¹) com quatro repetições. Assim, o experimento teve 10 tratamentos, totalizando

40 parcelas experimentais. Foram avaliados os dados referentes à porcentagem de cobertura do solo, profundidade do sulco de semeadura, área de solo mobilizado e de deposição de sementes, consumo horário e operacional de combustível, força na barra de tração do trator, velocidade de deslocamento, capacidade de campo efetiva, distribuição longitudinal de sementes, número médio de dias para emergência de plântulas, componentes morfológicos e componentes de produção da planta de milho, danos mecânicos nas sementes e produtividade de grãos. Foi constatado o efeito da velocidade de deslocamento nas variáveis: consumo horário e operacional de combustível, capacidade de campo efetiva, distribuição longitudinal de plantas, número médio de dias para emergência de plântulas, altura de plantas, altura de inserção da primeira espiga, estande inicial e final de plantas, danificação mecânica e produtividade. À medida que se aumentou a velocidade de deslocamento, foi diminuída a profundidade de deposição de semente e do sulco de semeadura. Para a emergência de plântulas, quanto maior foi a profundidade de deposição de sementes, maior foi o tempo para que ocorresse o processo de germinação. Não se verificou influência dos marteletes neste parâmetro. O índice de sobrevivência de plantas de milho para todas as velocidades e marteletes estudados foi elevado. Entre as velocidades estudadas, a de 5,0 km h⁻¹ foi a que apresentou a maior produtividade.

THE OPERATIONAL PERFORMANCE OF A PRECISION PLANTER DUE TO THE TYPE OF JUMPERS AND DISPLACEMENT VELOCITY ON THE CORN CULTIVATION.

Botucatu, 2009. 95p. Dissertation (Master Science in Agronomy/Energy in Agriculture) – College of Agricultura Science, Sao Paulo State University

Author: Marísia Cristina da Silva

Adviser: Carlos Antonio Gamero, Ph. D

2 SUMMARY

In the sowing operation, the appropriate stand and the uniformity on the distribution of seeds are mentioned as factors of great influence on the corn yield.. These factors can be affected by several variables, being the planter displacement velocity one of the most important of them, besides the adjustment of seeds in the perforated disc device for seed dosage. The inadequate displacement velocity and adjustment of the planter may provide low population of plants, leading to an undesired yield. The current paper had as its objective to analyze the precision planter's operational and energetically performances according to five different displacement velocities and two types of jumpers used for planting no-tillage corn. The experiment was installed and conducted at the experimental area belonging to the College of Agricultural Science - UNESP located in Botucatu, Sao Paulo state, in the period comprised between December, 2007 and May, 2008. The experimental soil area was classified as Nitossolo Vermelho Distroférico presenting a deep argillaceous texture. The experimental design consisted of blocks at random with parcels subdivided in factorial scheme 2x5, two types of jumpers (4 and 5 staples) and 5 different displacement velocities (3,0; 4,5; 5,0; 7,0 e 9,0 Km h⁻¹) with four repetitions. Thus, the experiment was composed by 10 treatments, totalizing 40 experimental plots. The evaluated data regarded to the percentage of soil coverage, the sowing line depth, mobilized soil and seed overthrown area, horal and

operational fuel consumption, force on the tractor traction bar, displacement velocity, effective field capacity, longitudinal distribution of seeds, average number of days for the emergence of seedlings, morphological and corn production components, mechanical harm on seeds and grain production. The displacement velocity effect was verified on the following variables: horal and operational fuel consumption, effective field capacity, longitudinal distribution of plants, average number of days for the emergence of seedlings, plants height, first ear insertion height, initial and final plant stand, mechanical harm and yield. In as much as the displacement velocity increased, the seed overthrown area and the sowing line depth were diminished, by other hand increasing the period for the germination process. The jumpers had no influence on this parameter. The survival index related to the studied velocities and jumpers were high. Among the studied velocities, the one of 5.0 km h⁻¹ was the one which presented the highest yield.

Key Words: corn, no-tillage, displacement velocities, jumpers and precision planter.

3 INTRODUÇÃO

Na agricultura moderna há a necessidade de se produzir cada vez mais alimentos, minimizar custos operacionais e reduzir a movimentação do solo. Assim muitos agricultores substituíram o sistema convencional pelo sistema plantio direto, objetivando a implantação da cultura sem preparo prévio. Isto proporcionou melhores condições de acomodação das sementes no solo de forma a atender aos requisitos fisiológicos para germinação e emergência das plântulas. Esse sistema envolve, geralmente, conjuntos de órgãos ativos que realizam operações de corte de resteva, abertura dos sulcos para distribuição das sementes e do fertilizante, cobertura e compactação.

No sistema plantio direto, a rotação de culturas torna-se um dos primeiros quesitos a ser considerado. Neste contexto, a cultura do milho contribui de forma relevante, reduzindo a incidência de pragas e doenças, fornecendo elevadas quantidades de matéria seca e aproveitando nutrientes que não foram utilizados por outras culturas. Para que a cultura do milho possa atingir o seu máximo potencial produtivo, deve-se levar em consideração a população de plantas por unidade de área recomendada para cada híbrido, assim como a qualidade da distribuição longitudinal das sementes nas linhas de semeadura.

A baixa produtividade das culturas pode ser decorrente de problemas relacionados com a regulagem da semeadora, dentre os quais, a velocidade em que a operação de semeadura é realizada e a adequação semente/orifício do disco dosador. Atualmente, por meio de testes, pode-se avaliar o nível de dano que as sementes sofreram durante o processo de semeadura em termos de qualidade e porcentagem de germinação.

O presente trabalho teve como objetivo analisar o desempenho operacional de uma semeadora-adubadora de precisão, em função de cinco velocidades de deslocamento (3,0; 4,5; 5,0; 7,0 e 9,0 km h⁻¹) e de dois tipos de martelete (4 e 5 dentes), utilizada para a semeadura da cultura do milho em sistema plantio direto.

Como a qualidade da operação de semeadura influencia na produtividade da cultura em questão, podendo ser afetada tanto pela velocidade de deslocamento como pelo mecanismo dosador de sementes e pela ação dos marteletes, a hipótese deste trabalho consiste em avaliar se a utilização de um martelete de 4 ou 5 dentes pode interferir no desempenho da semeadora no momento da semeadura.

4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

4.1 A cultura do milho

De acordo com Cruz (2004), o aumento da produção de milho no Brasil, se deve mais ao aumento da produtividade do que ao incremento da área cultivada, e também pelo maior cultivo do cereal no período denominado “safrinha” a qual, de acordo com dados do Agriannual (2006), é responsável por aproximadamente 22% da produção. Os resultados da safra 2006/2007 da cultura do milho foram muito positivos. O clima favorável propiciou altas produtividades, tanto na safra de verão quanto na safrinha, sendo que a colheita foi recorde, refletindo, inclusive, nas exportações; mês a mês os números superaram as expectativas. As vendas externas sustentaram as cotações do cereal durante todo o ano, mesmo com a super safra.

Segundo o “Food and Agricultural Policy Research Institute” (Instituto de Pesquisa de Política Agrícola e Alimentar), o uso de milho para a produção de etanol deverá saltar de 40 milhões de toneladas em 2005 para 105 milhões em 2015 nos Estados Unidos (AGRIANUAL, 2007).

Na safra 2006/2007 o mercado brasileiro foi fortemente influenciado pela conjuntura internacional. As projeções mostraram-se conservadoras, tanto em termos de preço quanto de volume exportado. Até setembro de 2007, o Brasil já havia quebrado o recorde de exportações atingido em 2001. O montante exportado na safra 2006/2007 foram superados mensalmente, sobretudo no segundo semestre. De julho a setembro, os embarques superaram 1 milhão de toneladas/mês, correspondendo a um valor total projetado acima de 9,5 milhões de toneladas (AGRIANUAL, 2008).

A cultura do milho se mantém em destaque no cenário nacional de produção de grãos, contribuindo significativamente para a balança comercial brasileira e com perspectivas cada vez mais promissoras para exportação. Segundo Corrêa et al. (2004), a produção de milho no Brasil é estimulada pelo alto consumo do produto como fonte de alimentação animal, principalmente para a avicultura, suinocultura e bovinocultura.

Esta cultura apresenta importância tanto no aspecto econômico, social, como também no agrônomo. Sua utilização está presente em rotação de culturas, constituindo-se numa alternativa econômica devido à elevada produção de matéria seca em relação ao mínimo de 5 toneladas por hectare exigido pelo sistema plantio direto. Como apresenta uma decomposição mais lenta em função da maior relação C/N, protege o solo por tempo prolongado (MELLO FILHO; RICHETTI, 1997). Fancelli (2002) aponta a relação de dependência entre a cultura do milho e o sistema plantio direto.

4.2 Sistema Plantio Direto

Os sistemas de manejo do solo são classificados como intensivo (convencional com a utilização de arados e grades), mínimo ou reduzido e plantio direto, sendo os dois últimos denominados também de manejos conservacionistas. Para o sistema de preparo reduzido, utiliza-se de equipamentos de hastes, tais como escarificadores, cinzéis, assim como equipamentos descompactadores, como subsoladores. No sistema plantio direto apenas a operação de semeadura é realizada, sendo assim, foi convencionado pela Federação de Associações de Plantio Direto na Palha que o sistema seria denominado Plantio Direto (DALLMEYER, 2001).

Castro (1990), afirma que os agricultores têm se preocupado em reduzir o número de operações de preparo de solo, como forma de economizar tempo e trabalho, bem como combustível, controlar a erosão e o teor de água no solo, mudando do sistema convencional para sistemas conservacionistas, como o preparo reduzido e sistema plantio direto.

Uma das melhores alternativas, para impedir que ocorram perdas tanto de solo e água, é o sistema plantio direto. O conceito, inicialmente adotado, para plantio direto, foi derivado da expressão “no-tillage”, que significa sem preparo. É um procedimento de plantio sobre uma cobertura morta quimicamente ou sobre resíduos da cultura anterior, sem preparo mecânico do leito de semeadura (JONES et al., 1968). O sistema plantio direto no Brasil foi inserido no início dos anos 70 (DENARDIN; KOCHHANN, 1993), sendo que o seu objetivo principal era controlar a erosão nas lavouras cultivadas com sucessão soja/trigo. A evolução do sistema plantio direto tem sido notável, principalmente nos últimos anos. Na safra de 2005/2006 foram cultivados aproximadamente 25,5 milhões de hectares sob esse sistema (FEBRAPDP, 2007), representando mais de 50% da produção com culturas produtoras de grãos.

Para Casão Júnior et al. (2000), a consolidação do sistema plantio direto depende da necessidade de solucionar problemas por ocasião da sua instalação, como, por exemplo, os de compactação do solo, baixos teores de matéria orgânica, baixa fertilidade, presença de plantas daninhas e elevado consumo energético em função de seleção inadequada das máquinas existentes.

4.3 Semeadora-Adubadora

As semeadoras-adubadoras podem ser providas de diferentes mecanismos dosadores de sementes, sendo os mais utilizados: disco perfurado, rotor acanalado, dedo prensor, copo distribuidor e dosador pneumático. Geralmente, estes mecanismos são posicionados na máquina numa altura distante do solo, fazendo com que as sementes, após serem dosadas, tenham de percorrer uma grande distância em queda livre, dentro de um tubo condutor até o solo (SILVA et al., 2000). De acordo com Rocha et al., (1998), a altura de queda das sementes afeta o desempenho dos mecanismos dosadores.

Durante o deslocamento dentro do tubo condutor, as sementes sofrem vibrações provocadas pela movimentação da máquina, o que altera o tempo de queda até o solo e, conseqüentemente, a uniformidade no espaçamento no sulco de semeadura. Essa vibração, associada à possibilidade de ocorrer o repique da semente ao ser descarregada no solo, é fortemente influenciada pela velocidade de operação da semeadora-adubadora (MAHL, 2006).

Pacheco et al. (1996) afirmam que as sementes, liberadas do mecanismo dosador, adquirem, em queda livre, um componente vertical de velocidade por causa da aceleração da gravidade, e um componente horizontal decorrente da velocidade de avanço da semeadora. O componente horizontal faz com que, normalmente, as sementes rolem ou saltem para fora do local de destino, no momento do impacto com o solo. Levando em consideração essas informações, é sempre desejável que o componente horizontal seja minimizado ou eliminado, de modo que qualquer salto da semente seja essencialmente vertical e que ela seja depositada regularmente no sulco.

Oliveira et al. (2000), estudando o desempenho de uma semeadora-adubadora para plantio direto, notaram que o aumento da velocidade apresentou influência significativa sobre o número de sementes por hectare, população final de plantas, profundidade de semeadura e distribuição longitudinal.

Butierres e Caro (1983) e Kurachi et al. (1989) constataram que a uniformidade de distribuição longitudinal das sementes é uma das características que mais contribui para a obtenção de estande adequado de plantas e uma boa produtividade das culturas.

Santos et al. (2000), avaliando o efeito da velocidade de deslocamento da semeadora, provida de mecanismo distribuidor de sementes (tipo pneumático), verificaram que o aumento da velocidade de operação influenciou, significativamente, na distribuição de sementes. Assim, pode-se ressaltar que não será a troca de uma semeadora por outra de melhor projeto que irá garantir um processo de semeadura ideal, e sim um conjunto de fatores a serem considerados e avaliados antes de sua aquisição.

4.4 Velocidade de deslocamento

Vieira e Reis (2001) afirmaram que a velocidade de deslocamento ideal para a semeadura é aquela em que o sulco é aberto e fechado sem remover exageradamente o solo, permitindo distribuir as sementes com espaçamentos e profundidades constantes.

Já Delafosse (1986) afirmou que a velocidade de deslocamento, dentre vários fatores, era o que mais interferia tanto no desempenho de semeadoras-adubadoras como na distribuição longitudinal das sementes no sulco de semeadura.

Furlani et al. (1999) concluíram que, quando a velocidade de semeadura passou de 3 para 5 km h⁻¹, o estande final e a produtividade de grãos foram reduzidos.

Garcia et al. (2006) afirmaram que a velocidade de semeadura só afeta a produtividade quando há alteração significativa da população com espiga no momento da colheita.

Silva et al. (2000) conduziram trabalho em solo com sistema plantio direto para verificar o estabelecimento da cultura do milho com semeadora-adubadora equipada com dosador de sementes do tipo disco horizontal perfurado, nas velocidades de deslocamento de 3,0; 6,0; 9,0 e 11,2 km h⁻¹. O número de plantas de milho na linha de semeadura foi menor nas velocidades mais altas de operação da máquina. A uniformidade dos espaçamentos entre as sementes de milho na linha de semeadura foi considerada excelente para a velocidade de 3,0 km h⁻¹, regular para 6,0 e 9,0 km h⁻¹ e insatisfatória para 11,2 km h⁻¹. As velocidades da semeadora-adubadora de até 6,0 km h⁻¹ propiciaram maiores estandes de plantas e número de espigas por metro, sendo responsáveis pela maior produtividade de grãos.

Mahl (2004) concluiu que o número de plantas na linha de semeadura foi reduzido com o acréscimo da velocidade de deslocamento. Entretanto, Silva (2000) concluiu que a uniformidade de distribuição de sementes não foi influenciada pela velocidade de deslocamento na implantação de culturas de milho e soja. Klein et al. (2002), avaliaram o efeito da velocidade (de 3,0 km h⁻¹ a 11,0 km h⁻¹) na operação de semeadura direta de soja, utilizando uma semeadora com mecanismo dosador de sementes do tipo discos alveolados

horizontais, apresentam resultados semelhantes e afirmam que o aumento de velocidade não afetou o percentual de espaçamentos duplos e falhos e nem a produtividade.

Fey et al. (2000) constataram, também, que o aumento da velocidade de deslocamento, na operação de semeadura para a cultura do milho, influenciou a uniformidade de distribuição longitudinal de plantas, não afetando a população de plantas e a produtividade de grãos. A exceção, encontrada na revisão bibliográfica, é a conclusão obtida por Silva (2000), que testando duas semeadoras de precisão; uma com discos de corte lisos com sulcadores tipo guilhotina para fertilizantes e sulcadores de discos duplos defasados para sementes; e outra com discos de corte lisos com dois conjuntos de sulcadores e discos duplos para sementes e fertilizantes; não verificou influencia da velocidade de deslocamento na semeadura.

Tais resultados reforçam o consenso entre os pesquisadores (DELAFOSSÉ, 1986, FEY et al., 2000, SILVA et al., 2000 e MAHL et al., 2004) de que a elevação da velocidade de semeadura reduz a qualidade da distribuição de sementes.

Branquinho et al. (2004), estudando o uso de triturador de palhas tratorizado, rolofaca e herbicida com duas velocidades de deslocamento da semeadora-adubadora (5,2 e 7,3 km h⁻¹), observaram que não houve diferença na decomposição da massa de milheto após os manejos. Esses fatores, juntamente com a velocidade de deslocamento do conjunto trator-semeadora-adubadora, não influenciaram no número de dias para a emergência das plântulas de soja e na distribuição longitudinal das sementes. A capacidade de campo efetiva da semeadora-adubadora foi maior na velocidade mais alta. O rendimento de grãos não diferiu significativamente nos tratamentos estudados.

4.5 Distribuição de sementes e fertilizantes

Kepner et al. (1982) afirmaram que a porcentagem de enchimento dos orifícios era influenciada pelos fatores: tamanho máximo das sementes em relação ao tamanho dos orifícios; amplitude do tamanho das sementes; forma das sementes; forma dos orifícios e tempo de expulsão das sementes pelos orifícios. O tamanho dos orifícios dos discos deveria ser 10% maior que a máxima dimensão das sementes e a espessura dos discos, igual ao diâmetro ou espessura média das sementes.

Mohsenim (1974) afirmou que a distribuição longitudinal das sementes com disco perfurado horizontal, assim como sua qualidade, estaria relacionada com o ângulo de repouso das sementes no depósito, o teor de água, a presença de material estranho, a orientação das partículas e, principalmente, a rugosidade da superfície da semente.

Mantovani et al. (1999) afirmaram que o tratamento fitossanitário de sementes ocasionava alterações na distribuição de sementes por disco perfurado horizontal, devido ao fato de que os principais produtos do mercado conferiam certa aderência às sementes, dificultando o enchimento das células e, conseqüentemente, o desempenho desse sistema.

Jasper et al. (2006) afirmaram que o tratamento fitossanitário aumentava os espaçamentos falhos e múltiplos e reduzia os espaçamentos aceitáveis. Assim, o emprego de grafite reduz os espaçamentos falhos e múltiplos e eleva os espaçamentos aceitáveis.

Butierres e Caro (1983) e Kurachi et al. (1989) constataram que a uniformidade de distribuição longitudinal das sementes foi uma das características que mais contribuiu para a obtenção de estande adequado de plantas e de uma boa produtividade das culturas.

Dambrós (1998) concluiu que a uniformidade de distribuição de plantas foi reduzida com o aumento da velocidade na operação de semeadura e verificou que a semeadora-adubadora pneumática apresentou maior percentual de espaçamentos aceitáveis e menor coeficiente de variação na menor velocidade testada ($5,0 \text{ km h}^{-1}$).

Trabalhando com velocidades de deslocamento de $4,5$ e $8,0 \text{ km h}^{-1}$, Araújo et al. (1999) verificaram que houve uniformidade na profundidade de semeadura de milho e soja em todas as linhas. Já para a uniformidade de distribuição longitudinal de plantas de milho, para as duas velocidades obteve-se desempenho semelhante, com espaçamentos normais entre plantas superiores a 60%. Também observaram que com o aumento da velocidade houve redução nos espaçamentos normais e aumento nos duplos.

Reis e Alonço (2001), comparando a precisão funcional de vários mecanismos dosadores estudados no Brasil, entre os anos de 1989 e 2000, concluíram que, com velocidades de semeadura acima de $7,5 \text{ km h}^{-1}$, a qualidade da distribuição de sementes com mecanismos pneumáticos e disco horizontal perfurado se assemelha.

Estudando a qualidade na semeadura de milho com dosador do tipo disco perfurado horizontal, Mahl et al. (2004) concluíram que, nas velocidades de semeadura de 4,4 e 6,1 km h⁻¹, obteve-se eficiência semelhante na distribuição de sementes de milho e significativamente melhor que na velocidade de 8,1 km h⁻¹. A maior velocidade proporcionou menor percentual de espaçamentos normais e aumento no percentual de espaçamentos múltiplos e falhos, maior coeficiente de variação e pior índice de precisão. A variação da velocidade não interferiu na população inicial de plantas.

Branquinho et al. (2004) constataram que a distribuição longitudinal de sementes não apresentou diferença significativa entre os tratamentos. Porém, nota-se que os espaçamentos aceitáveis possuem média de 44,8%, os falhos 23,1% e os múltiplos 32,1%; isso se assemelha aos dados de Klein et al. (2002), demonstrando que menos da metade das sementes foram depositadas com espaçamentos adequados

Garcia et al. (2006) constataram que houve aumento na percentagem de espaçamentos falhos e múltiplos e queda de espaçamentos aceitáveis ao se elevar a velocidade de deslocamento da semeadora-adubadora.

4.6 Demanda energética e operacional

Estudando o desempenho de uma semeadora-adubadora de precisão na semeadura de milho em preparo convencional de solo e em semeadura direta, Marques et al. (1999) não encontraram diferença no requerimento de força de tração na operação de semeadura em função dos diferentes manejos da vegetação espontânea (plantas daninhas). O valor médio obtido foi de 8,5 kN (quatro linhas de semeadura e mecanismo de deposição de adubo tipo disco duplo concêntrico).

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

Marques (2002) encontrou valores médios de 19,53; 22,97 e 20,30 kN de exigência de força de tração na operação de semeadura de soja (seis linhas), em preparo convencional, plantio direto e preparo reduzido, respectivamente.

Levien et al. (1999) obtiveram média de 2,1 ha h⁻¹ de capacidade de campo e 5,9 L ha⁻¹ de consumo de combustível por área trabalhada, enquanto Marques et al. (1999) encontraram 1,45 ha h⁻¹ e 7,3 L ha⁻¹, respectivamente, utilizando o mesmo tipo de semeadora.

Siqueira et al. (2001), trabalhando com semeadora-adubadora (plantio direto) de seis linhas e haste parabólica, obtiveram 13,14 kN de exigência de força de tração na barra. Marques (1999) encontrou valores de 8,47 kN de força de tração na barra para semeadora de quatro linhas, com mecanismo de deposição de adubo tipo disco duplo concêntrico.

A força de tração na barra requerida por linha de semeadura está na faixa de 1,1 a 2,0 kN (ASAE, 1996). Silva (2000) constatou que, na semeadura direta de milho (quatro linhas), os maiores valores de força de tração (16,12 kN) ocorreram na maior velocidade. Na média do ensaio, o autor encontrou 1,65 kN (semeadura da soja) e 2,92 kN (semeadura de milho) de exigência de força de tração na barra por linha.

Avaliando-se o requerimento de força de tração de uma semeadora de fluxo contínuo com 14 linhas, na semeadura da aveia preta com duas profundidades de deposição de sementes e duas velocidades (5,24 km h⁻¹ e 7,09 km h⁻¹) em plantio direto, Silveira et al. (2005) constataram que com o aumento da profundidade de deposição de sementes de 1,97 para 2,68 cm, o requerimento de força de tração também aumentou de 3,78 para 5,51 kN.

Ao se comparar o sistema plantio direto com o preparo convencional e reduzido, Nagaoka e Nomura (2003) verificaram que o consumo horário de combustível no plantio direto foi de 4,6 L h⁻¹, mostrando a vantagem desse método em relação aos demais.

Mahl (2006) encontrou, em média, 12% de aumento no consumo horário de combustível para cada km h⁻¹ de aumento na velocidade de deslocamento, na operação de semeadura. Resultado semelhante foi encontrado por Furlani et al. (2007) que, estudando desempenho operacional de semeadora-adubadora em diferentes manejos da cobertura e da velocidade, constataram um aumento do consumo horário de combustível de

6,8%, da velocidade de deslocamento 4,0 para a velocidade de deslocamento de 5,0 km h⁻¹, e 11,5% de 5,0 para 6,0 km h⁻¹. Também encontraram efeito da velocidade de deslocamento sobre o aumento do consumo horário de combustível Mahl et al. (2005), Mahl (2002) e Oliveira (1997).

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, onde o maior valor foi verificado na velocidade de 5 km h⁻¹. 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 e Gamero (2003).

4.7 Testes de vigor, danos mecânicos em sementes, germinação de sementes e emergência de plântulas de milho

De acordo com Marcos Filho et al. (1987), a germinação de uma semente sadia é definida como a emergência e o desenvolvimento das estruturas essenciais do embrião, manifestando sua capacidade para dar origem a uma plântula normal sob condições ambientais favoráveis.

Em relação aos danos mecânicos ocasionados nas sementes pelos mecanismos dosadores de semeadoras, a Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT (1994) descreve que a danificação total das sementes pode ser subdividida em danificação física (constituída de danos visíveis) e fisiológica (não visíveis), sendo que a identificação e quantificação exigem o emprego de métodos laboratoriais.

Avaliando os efeitos de danificação mecânica em sementes de soja que ocorreram no momento da semeadura, Razera (1979) avaliou três semeadoras comerciais em bancada de testes, simulando quatro velocidades de deslocamento (4,0; 5,0; 8,0 e 10 km h⁻¹), concluindo que as três semeadoras ensaiadas causaram danos mecânicos nas sementes.

Mantovani et al. (1992), avaliando nove semeadoras de milho em condições de campo, concluíram que, apesar do efeito dos mecanismos serem significativos, a qualidade da semente ficou dentro do limite aceitável de germinação e de vigor.

Ensaando nove semeadoras de milho em laboratório, sendo sete de disco horizontal, uma de disco inclinado e uma pneumática pressurizada, Kurachi et al. (1993) observaram a não ocorrência de porcentagens muito elevadas de sementes danificadas.

Silva et al. (1998), estudando a influência da velocidade de deslocamento na danificação das sementes que passaram pelo mecanismo dosador da máquina, verificaram que não houve dano significativo nas sementes, discordando de Butierres (1980) na soja, Mantovani et al. (1992) e Kurachi et al. (1993) no milho, e Silva et al. (1998) no arroz, em estudos relacionados com a velocidade de operação, constatando diferença estatística entre os tratamentos.

O teste de tetrazólio tem sido considerado como uma alternativa promissora, devido à rapidez e à eficiência na caracterização da viabilidade, do vigor, da deterioração por umidade, dos danos mecânicos, entre outros. Os dados obtidos, através do teste, auxiliam no processo de controle de qualidade durante as etapas de colheita, transporte, beneficiamento e armazenamento de sementes. Essas informações possibilitam estabelecer bases sólidas para fins de comercialização (CARVALHO, 1986).

Dias e Barros (1995) descreveram dois testes: o verde rápido e a coloração com tintura de iodo. Em ambos, as sementes são colocadas em contato com a solução “fast green FCF” e iodo, respectivamente, sendo as injúrias identificadas pelas colorações (verde e azul) na região danificada. Desta forma, pode-se determinar, também, se a qualidade de um lote de sementes foi reduzida na hora da semeadura (coleta de sementes para análise futura em laboratório) ou se este lote já apresentava danos sofridos por beneficiamento e armazenamento inadequados.

De acordo com Ritchie et al. (2003), sob condições adequadas no campo, a semente absorve água e começa seu crescimento. A radícula é a primeira a apresentar alongação seguida pelo coleóptilo com a plúmula fechada e três a quatro raízes seminais laterais. O estágio de emergência é finalmente atingido pela rápida alongação do mesocótilo, que empurra o coleóptilo, em crescimento, para a superfície do solo. Em boas condições de calor e umidade, a emergência da plântula ocorrerá dentro de quatro a cinco dias após a semeadura, mas sob condições de baixas temperaturas ou de secas, podem ser necessárias duas semanas ou mais.

Devido à presença da cobertura vegetal e ao adensamento natural das partículas do solo, o processo de semeadura foi à operação que sofreu as maiores transformações no sistema plantio direto. Dentro do processo de semeadura, Liu et al. (2004) relataram haver maior correlação do rendimento do milho com a variabilidade de emergência do que com a distribuição de plantas. Estudando a emergência de milho, Gupta et al. (1988) observaram que, em temperaturas favoráveis, existe correlação linear positiva entre a profundidade de deposição da semente e o tempo necessário para a emergência das plântulas. Prado et al. (2001) não encontraram diferenças para a velocidade de emergência em diferentes profundidades de semeadura, em experimento com suplementação hídrica.

Mello et al. (2007), trabalhando com diferentes híbridos, constataram que o número médio de dias para emergência de plântulas de milho variou de sete a nove e não sofreu influência dos híbridos nem das velocidades em solo preparado convencionalmente. Já em solo também com preparo convencional, Furlani et al. (2001) obtiveram valor médio de 4,2 dias, e Mello et al. (2004) encontraram valores entre 6,4 e 7,5.

Faganello et al. (1998), que trabalharam com o híbrido de milho AG 9014 (simples) e duas velocidades de semeadura (3,5 e 7,0 km h⁻¹) sobre resteva de ervilhaca (*Vicia sativa*) dessecada, não encontraram influência de híbridos e/ou velocidades na emergência de plântulas.

Para germinação e emergência mais rápidas em semeaduras com datas antecipadas, a semeadura rasa se beneficia das temperaturas do solo mais favoráveis perto da superfície. Em semeaduras mais tardias, as temperaturas do solo são geralmente adequadas para todas as profundidades de semeadura e o teor de água torna-se o fator limitante para o rápido crescimento. As maiores profundidades de semeadura geralmente proporcionam melhor teor de água para as sementes tardias, a menos que tenha ocorrido chuva recentemente (RITCHIE et al., 2003).

4.8 Produtividade do milho

Vários trabalhos citam que a velocidade contribui de maneira decisiva para a distribuição longitudinal das sementes no momento da semeadura (MANTOVANI et al., 1992, PACHECO et al., 1996, JUSTINO et al., 1998.). Porém, observa-se que, nem

sempre, esse arranjo causa diminuição na produtividade de grãos da cultura em estudo, o que pode ser verificado no trabalho de Mello et al. (2003). Rizzardi et al. (1994) avaliaram a influência da distribuição de plantas na linha de semeadura sobre a produtividade de grãos e componentes da produção, de híbrido de milho precoce Pioneer 3230 (simples), com população ajustada, por desbaste, para 65 mil plantas ha⁻¹. Concluíram que a variação na distribuição das plantas na linha de semeadura não alterou as variáveis citadas, desde que mantida a mesma população de plantas.

Por outro lado, Argenta et al. (2001) verificaram a redução nos valores do número de espigas por planta, número de grãos por espiga e massa de mil grãos com o aumento da densidade de plantas, de 50 para 65 mil plantas ha⁻¹. Porém, tais reduções foram compensadas pelo aumento do número de plantas, pois não foi afetada a produtividade de grãos. Os autores ressaltam a importância do híbrido de milho escolhido.

Mantovani e Bertaux (1990) afirmaram que os fabricantes de semeadoras-adubadoras, com a finalidade de proteger o mecanismo dosador de sementes, têm optado pela sua colocação o mais distante possível do solo. Isto implica em tubos mais compridos, proporcionando às sementes um caminho mais longo para percorrer, aumentando a possibilidade de rebotes, o que contribui para aumentar a desuniformidade na distribuição das sementes e, posteriormente, afetar a produtividade. Nessa situação, as plantas apresentam um sistema radicular de baixo volume, além de ser superficial, com pouca capacidade de explorar a fertilidade natural do solo, sofrendo grandes perdas de produtividade quando ocorrer à estiagem, sendo isto, o fator mais grave.

Barber (1985), Alonço e Ferreira (1992) verificaram aumento na produtividade do milho devido à incorporação mais profunda do fertilizante.

Alguns autores citam as profundidades consideradas adequadas para a deposição de sementes; Fancelli e Dourado Neto (2000) apontam como a ideal entre 3 e 5 cm, para solos argilosos e 4 e 6 cm para solos arenosos. Weirich Neto (2004), estudando 60 pontos em uma lavoura comercial, relatou 3,9 cm como a ideal, sendo que abaixo ou acima dessa profundidade, as sementes necessitaram de tempo maior para emergir. Embora a profundidade de semeadura seja importante, Mantovani e Bertaux (1990) relataram dificuldade no controle da mesma pelos mecanismos disponíveis nas semeadoras. Considerando o discutido, Sattler (1992) idealizou e testou um dispositivo, alcançando

controle eficiente da profundidade regulada; porém, até o presente, o mesmo não se encontra disponível comercialmente, lembrando que, no sistema plantio direto, existem agravantes, como a presença de resíduos, irregularidade da superfície e grande variabilidade da resistência do solo. Casão Junior et al. (2000) observaram a influência da velocidade de deslocamento na profundidade do sulco de semeadura, onde a maior velocidade apresentou profundidade menor. Discordando deste fato, Mahl (2002) constatou que a velocidade mais baixa foi a que apresentou profundidade do sulco de semeadura menor.

Em relação à produtividade, o aumento de velocidade pode resultar em maior capacidade de campo efetiva sem prejudicar a produtividade da cultura (KLEIN et al., 2002). Possamai et al. (2001) admitiram que o florescimento antecipado das plantas de milho, na semeadura direta, resultou das melhores condições climáticas para o estabelecimento e posterior desenvolvimento da cultura, proporcionando maior produtividade do milho.

Salton e Mielniczuk (1995) constataram maior produtividade no sistema de semeadura direta, que apresentou, também, maiores populações de plantas e espigas por hectare. O aumento deve-se, provavelmente, à cobertura vegetal inerente a este sistema de produção, à diminuição das perdas de água e das variações na temperatura do solo.

Branquinho et al. (2004) verificaram que, em relação à produtividade, os resultados não apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos. Isso evidencia que o aumento de velocidade pode resultar em maior capacidade de campo efetiva sem prejudicar a produtividade da cultura da soja, concordando com os relatos de Klein et al. (2002).

5 MATERIAL E MÉTODOS

5.1 Material

5.1.1 Localização da área experimental

O experimento foi instalado e conduzido em área experimental pertencente à Faculdade de Ciências Agrônômicas, UNESP – Botucatu, SP, no período de dezembro de 2007 a maio de 2008, localizando-se geograficamente nas coordenadas 22°49' Latitude Sul e 48°25' Longitude Oeste, com altitude média de 786 m e declividade entre 2 a 6 % de exposição Oeste.

Esta área experimental vem sendo cultivada em sistema plantio direto desde 1997, em rotação de culturas com aveia preta, soja, triticales e milho. O presente trabalho foi conduzido sob restegas de milho seguido de aveia preta.

5.1.2 Caracterização do solo

O solo da área experimental foi classificado, segundo Embrapa (1999), como Nitossolo Vermelho Distroférico. A Tabela 1 apresenta os resultados da distribuição granulométrica do solo na camada de 0-0,20 m de profundidade e a Tabela 2, alguns parâmetros de propriedades físicas do solo na camada de 0-0,20 m. A Tabela 3 apresenta as propriedades químicas nas camadas de 0-0,20 e de 0,20-0,40 m.

Tabela 1. Distribuição granulométrica do solo na área experimental

Profundidade m	Areia grossa	Areia fina	Areia total	Argila	Silte	Textura do solo
	-----g kg ⁻¹ -----					
0 – 0,20	31	112	143	506	351	Argilosa

Tabela 2. Parâmetros de propriedades e características físicas do solo

Propriedade do solo	Resultado
Limite de liquidez (%)	42,21
Limite de plasticidade (%)	29,84
Índice de liquidez	11,03
Porosidade total (%)	52,23
Densidade de partículas (g cm ⁻³)	2,84
Densidade do solo: 0-10 cm (g cm ⁻³)	1,29
Densidade máxima do solo: 10-20 cm (g cm ⁻³)	1,45
Teor de água ótimo – proctor (g kg ⁻³)	32,05
Densidade do solo – proctor (g cm ⁻³)	1,92

Tabela 3. Análise química do solo antes da implantação do experimento

Profundidade m	pH	M.O.	P _{resina}	Al ³⁺	H+Al	K	Ca	Mg	SB	CTC	V%	S
	CaCl ₂	g dm ⁻³	mg dm ⁻³	-----mmol _c dm ³ -----								mg dm ⁻³
0 – 0,20	6,2	24	28	0	20	2,1	57	30	89	109	81	19
0,20 – 0,40	5,4	18	60	1	32	2,1	40	18	61	93	65	9
Profundidade m	B	Cu	Fe	Mn	Zn							
	-----mg dm ⁻³ -----											
0 – 0,20	0,25	9,8	17	52,2	2,7							
0,20 – 0,40	0,25	8,5	20	55,1	2,2							

A Tabela 4 apresenta os valores de teor de água, no dia da semeadura do milho, nas camadas de 0-0,10; 0,10-0,20 e de 0,20-0,30 m de profundidade.

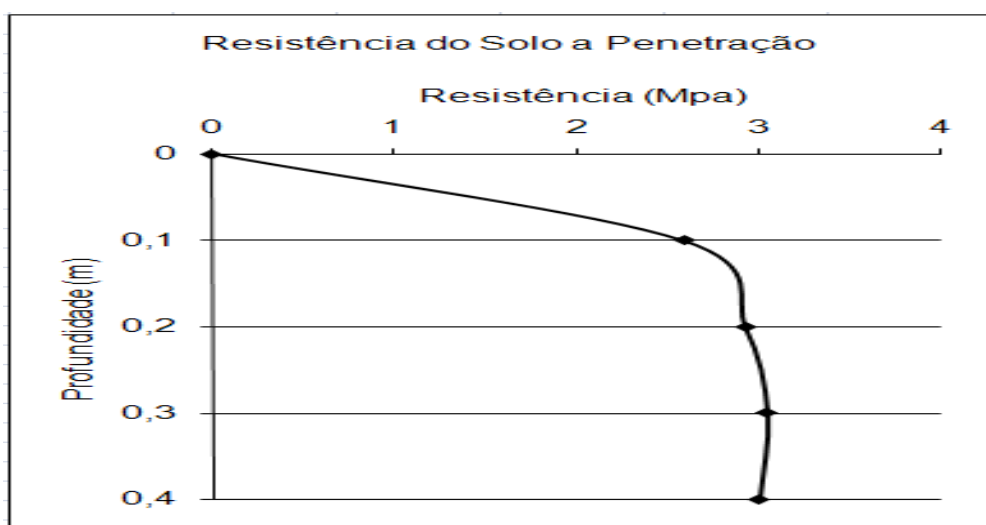
Tabela 4. Teor de água no solo no momento da semeadura do milho e da determinação da resistência do solo à penetração

Camada (m)	Teor de água (g kg ⁻¹)
0- 0,10	27,95
0,10-0,20	27,86
0,20-0,30	27,35

Para caracterizar o solo, quanto a indicativos de compactação, determinou-se a resistência à penetração, cujos valores são apresentados na Tabela 5 e na Figura 1.

Tabela 5. Resistência do solo à penetração (MPa) por bloco, em diferentes profundidades

Profundidade (m)	0	0,1	0,2	0,3	0,4
Bloco 1	0	2,8	3,1	3,1	3,1
Bloco 2	0	2,6	2,8	3,2	2,9
Bloco 3	0	2,4	2,9	3,0	3,1
Bloco 4	0	2,6	2,9	3,0	2,9

**Figura 1.** Resistência do solo à penetração (MPa) em diferentes profundidades.

5.1.3 Descrição do clima e precipitação pluvial

No período em que se realizou o experimento, as condições climáticas foram consideradas normais para a região. Porém, devido a precipitações mais intensas no mês de novembro, não foi possível realizar a semeadura, pois não havia condição ideal de teor de água no solo, o que adiou a execução do experimento para o final do mês de dezembro (Figuras 2 e 3).

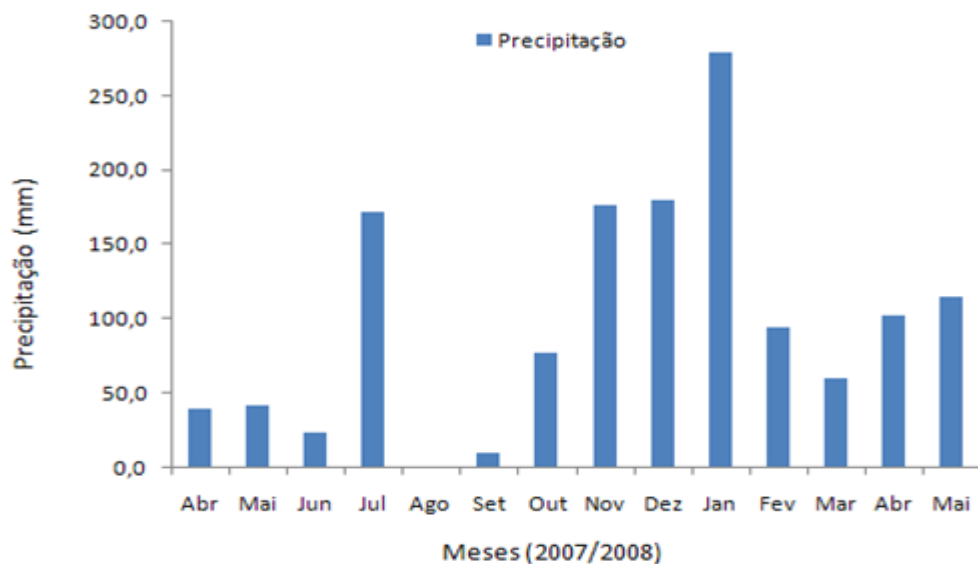


Figura 2. Dados mensais (abril de 2007 a maio de 2008) de precipitação pluviométrica (mm).

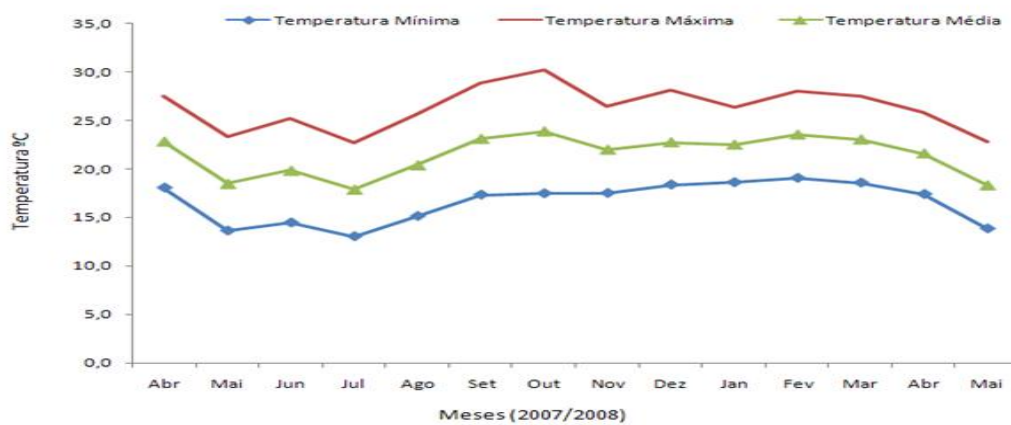


Figura 3. Dados mensais (abril de 2007 a maio de 2008) de temperatura do ar (°C).

5.1.4 Equipamentos e insumos agrícolas¹

5.1.4.1 Máquinas agrícolas

5.1.4.1.1 Trator

Para a condução do experimento, utilizaram-se os seguintes tratores:

- Trator marca Ford New Holland, modelo 3030 (4x2), potência no motor de 38,5 kW (52 cv): na operação de dessecação da vegetação existente na área experimental antes da semeadura do experimento e também para a pulverização de herbicida e inseticida;

- Trator Massey Ferguson, modelo 235 (4x2), potência no motor de 33,1 kW (40 cv): para aplicação de uréia;

- Trator marca John Deere, modelo 6600, com potência no motor de 89 kW (121 cv) e tração dianteira auxiliar (4x2 TDA): na operação de semeadura do milho.

5.1.4.1.2 Equipamentos agrícolas

Foram utilizadas as seguintes máquinas agrícolas:

- Pulverizador marca Jacto, modelo Condor M12-75, tanque com capacidade para 600 L de calda, barra com 12 m de comprimento, 24 bicos (tipo leque), espaçados com 0,5 m, tendo a pressão do manômetro de 40 libras: para dessecação da aveia preta na área experimental antes da semeadura da cultura do milho; sendo que para a aplicação de inseticida, trocou-se os tipos de bicos (tipo cone), juntamente com a pressão do manômetro para 50 libras;

¹ A citação de marcas comerciais não indica recomendação pelo autor.

- Triturador de resíduos vegetais marca Jan, modelo Tritton 2300, com largura de corte de 2,3 m, equipado com 32 pares de facas curvas oscilantes e reversíveis, para a limpeza dos carreadores;

- Cultivador/adubador marca Marchesan, modelo CPD (sem enxadas, utilizando-se somente o adubador), com dois tambores de capacidade para 50 kg de uréia cada;

- Semeadora-adubadora de precisão marca Semeato, modelo PS-6, ano de fabricação 1992, em bom estado de conservação, com espaçamento entre linhas de 0,85 m, com sistema de disco duplo desencontrado para abertura de sulco para deposição de fertilizante e semente, sistema dosador de fertilizante com transportador tipo rotor dentado e abertura tipo porta basculante e sistema dosador de sementes do tipo disco perfurado horizontal, disco de corte de resíduo (palha) liso.

Para melhorar contato entre solo e semente, conseqüentemente germinação e a emergência, a semeadora possuía duas rodas laterais que através de uma mola helicoidal, pressionava o solo do sulco de deposição da semente, com ângulo aproximado de 60 graus.

- Trilhadora estacionária de cereais marca NUX Máquina agrícola, modelo BC-30 Junior.

Para a regulagem da semeadora-adubadora, foram levados em conta os resultados obtidos nas análises do solo e da semente, considerando o seu grau de pureza e poder germinativo. A semeadura foi realizada a 0,06 m de profundidade, estando os reservatórios de sementes e fertilizantes completamente abastecidos (600 kg de fertilizantes e 120 kg de sementes de milho, 30 kg por linha).

5.1.4.2 Insumos agrícolas

5.1.4.2.1 Caracterização do híbrido de milho utilizado

Foram utilizadas, para a implantação do experimento, sementes de milho com as seguintes características e qualidades:

- Sementes de milho (*Zea mays* L.) Dow Agrosiences, híbrido simples, ciclo precoce 2B710 e com poder germinativo de 98,2 % (obtido em teste de germinação em laboratório antes da semeadura).

Com o intuito de obter aproximadamente 60.000 plantas de milho por hectare, a semeadora foi regulada de acordo com as recomendações agronômicas, de forma que as combinações de engrenagens pudessem distribuir 5,97 sementes m⁻¹.

5.1.4.2.2 Fertilizantes

Durante a condução do experimento, foram utilizadas as seguintes quantidades de fertilizantes:

- 300 kg ha⁻¹ de fertilizante com formulação 08-28-16 no momento da semeadura.

- 250 kg ha⁻¹ de adubação em cobertura com uréia (112,5 kg de nitrogênio) em superfície.

5.1.4.2.3 Defensivos agrícolas

Foram utilizados os seguintes defensivos agrícolas durante a condução do experimento:

- Herbicida de princípio ativo Glifosate (Roundup WG, 720 g kg⁻¹) na dosagem de 1,8 kg ha⁻¹, volume de calda de 230 L ha⁻¹ na dessecação da vegetação existente na área experimental;

- Herbicida atrazine (Siptran 500 SC, 500 g L⁻¹ i.a.) na dosagem de 3,0 L ha⁻¹ e nicosulfuron (Sanson 40 SC, 40 g L⁻¹ i.a.) na dosagem de 0,4 L ha⁻¹, com volume de calda de 230 L ha⁻¹, para o controle de plantas daninhas em pós-emergência na área experimental. Devido à presença de *Spodoptera frugiperda* (lagarta do cartucho), foi realizada aplicação conjugada com o inseticida deltamethrin (Decis 25 CE, 25 g L⁻¹ i.a.) na dosagem de 0,38 L ha⁻¹. Foram feitas aplicações adicionais de inseticidas, em função da alta incidência da lagarta do cartucho.

5.1.5 Materiais utilizados para coleta de amostras dos parâmetros de caracterização do solo

5.1.5.1 Determinação do teor de água e densidade do solo

Para a coleta de amostras e determinação do teor de água e densidade do solo foram utilizados: enxada, cápsulas de alumínio, fita adesiva e etiquetas para identificação do material coletado, sacos plásticos, parafina, vidrarias, barbante, balança digital de precisão de 0,01g e estufa elétrica com temperatura de 105°C.

5.1.5.2 Determinação da matéria seca da cobertura vegetal

A matéria seca de cobertura vegetal presente na área foi determinada através da metodologia do quadrado de madeira com dimensões de 0,5 x 0,5m (0,25 m²) descrita por Chaila (1986), faca serrilhada, sacos de papel previamente identificados, estufa elétrica com temperatura de 65°C e balança digital de precisão de 0,01g.

5.1.5.3 Determinação da porcentagem de cobertura do solo

A porcentagem de cobertura do solo foi determinada de acordo com Laflen et al. (1981), que recomendam a utilização de uma corda com 100 pontos, onde cada ponto representa 1% de cobertura.

5.1.5.4 Determinação da resistência do solo à penetração

Para a determinação da resistência do solo à penetração, foi utilizado um penetrógrafo, de haste com cone padronizado pela Asae (1996), com ângulo de 30°, área basal de 0,13 m², profundidade máxima de 0,6 m, resistência máxima admissível de 76 MPa e cartões padronizados para registrar os dados.

5.1.6 Materiais utilizados para coleta de dados dos parâmetros de avaliação

5.1.6.1 Sistema eletrônico de aquisição de dados

Para armazenamento e monitoramento dos sinais obtidos pelos sensores instalados nos rodados pneumáticos, no sistema de alimentação de combustível e na barra de tração, foi utilizado um painel com instrumentos eletrônicos indicadores, além de um indicador de força instantânea tipo “MICRO-P”, como pode ser observado na Figura 4.



Figura 4. Vista do painel, com instrumentos eletrônicos indicadores dos dados coletados na realização do experimento.

5.1.6.2 Determinação da profundidade de deposição de sementes

Na determinação da profundidade de deposição de sementes foram utilizados faca, enxadão e régua graduada em milímetro.

5.1.6.3 Determinação da área de solo mobilizado e profundidade de sulco de semeadura

Foi utilizado um perfilômetro em madeira, composto por 37 hastes de 0,5 m, espaçadas em 0,15 m, para avaliar a área de solo mobilizado e a profundidade do sulco de semeadura.

5.1.6.4 Determinação do consumo horário e operacional de combustível

O consumo horário de combustível foi determinado, utilizando um fluxômetro da marca “Flowmate” oval, modelo M-III (Figura 5), instalado próximo ao filtro de combustível do trator, com precisão de 0,01 mL. A cada mL de combustível consumido pelo trator, que passava pelo mecanismo, era registrada uma unidade de pulso.

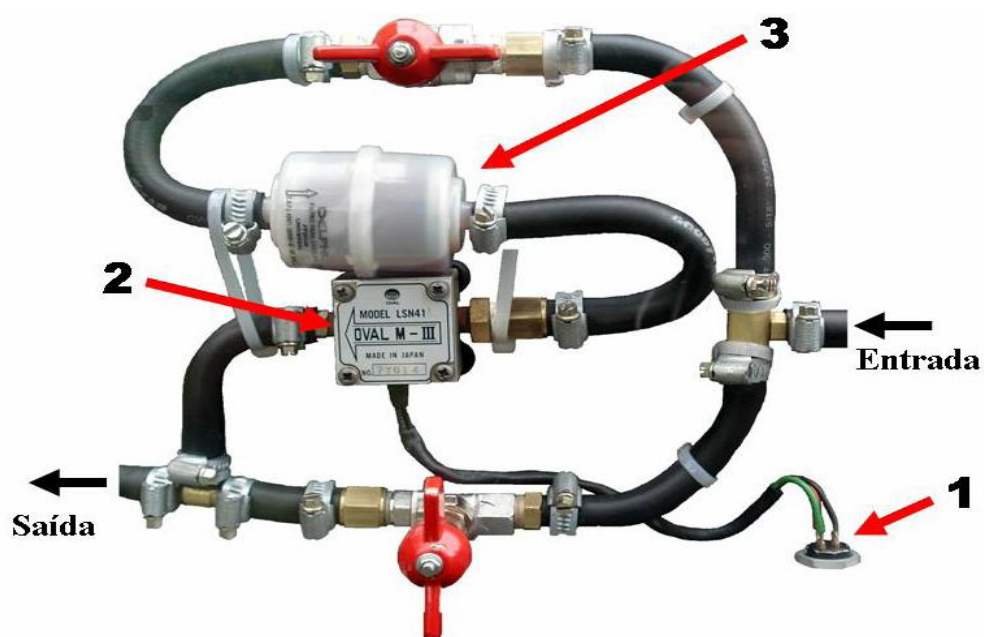


Figura 5. Fluxômetro instalado no trator para determinação do consumo de combustível (acoplamento ao sistema de aquisição de dados (1), fluxômetro (2) e filtro de combustível (3)). (Fonte: Seki, A.S, 2007).

5.1.6.5 Determinação de força de tração na barra

A determinação da força na barra de tração foi obtida com uma célula de carga de marca “Sodmex”, modelo N-400, com capacidade de 100000 N e sensibilidade de 2,16 mV/V, instalada numa estrutura metálica (“berço”) entre o trator e o equipamento tracionado (Figura 6).

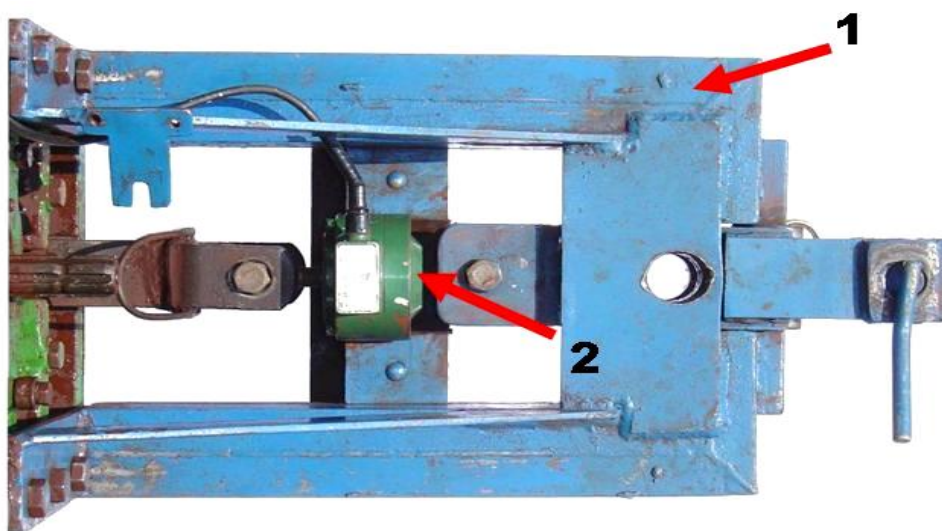


Figura 6. Conjunto utilizado para a determinação da força de tração na barra (suporte metálico “berço” (1) e célula de carga (2)). (Fonte: Seki, A.S, 2007)

5.1.7 Materiais utilizados para os parâmetros avaliados após a semeadura

5.1.7.1 Determinação da distribuição longitudinal de plantas

Para a determinação da distância entre as plantas de milho na linha de semeadura, foi utilizada uma régua de madeira (3 metros) graduada em mm e planilha de anotações.

5.1.7.2 Avaliações na cultura do milho

Nas plantas de milho foram avaliados os componentes morfológicos e de produção, os danos mecânicos ocorridos nas sementes e a produtividade obtida.

5.1.7.2.1 Componentes morfológicos

A altura das plantas e a altura de inserção de espigas foram obtidos pela utilização de uma régua graduada em centímetros (3,0 m) e planilha de anotações.

Para obtenção dos valores de diâmetro do colmo, utilizou-se de paquímetro eletrônico de precisão de 0,1 milímetro e planilha de anotações.

5.1.7.2.2 Componentes de produção

Para a determinação dos componentes de produção (índice de sobrevivência, estande inicial e final de plantas, o número de espiga por planta, massa de 1000 grãos e produtividade) foram utilizadas planilha de anotações e balança digital de precisão de 0,01g.

5.1.7.2.3 Determinação de danos mecânicos nas sementes

Para a determinação dos danos mecânicos nas sementes, ocorridos durante a operação de semeadura, foram utilizados os seguintes testes:

-Teste de germinação: para este teste foram utilizados os seguintes materiais: 100 sementes de cada tratamento recolhidas no instante da semeadura; papel germitest; tabuleiro; caneta pincel e elásticos.

-Teste de coloração rápida (tintura de iodo): utilizaram-se duas repetições de 100 sementes para cada tratamento, copos plásticos, solução de tintura de iodo a 4% em quantidade suficiente para cobrir as sementes.

5.1.7.2.4 Produtividade

Para a obtenção da produtividade da cultura do milho, foram utilizados sacas de rafia, etiquetas de identificação, trilhadora, balança digital de precisão de 0,001g e estufa regulada para 105°C.

5.2 Métodos

5.2.1 Delineamento experimental

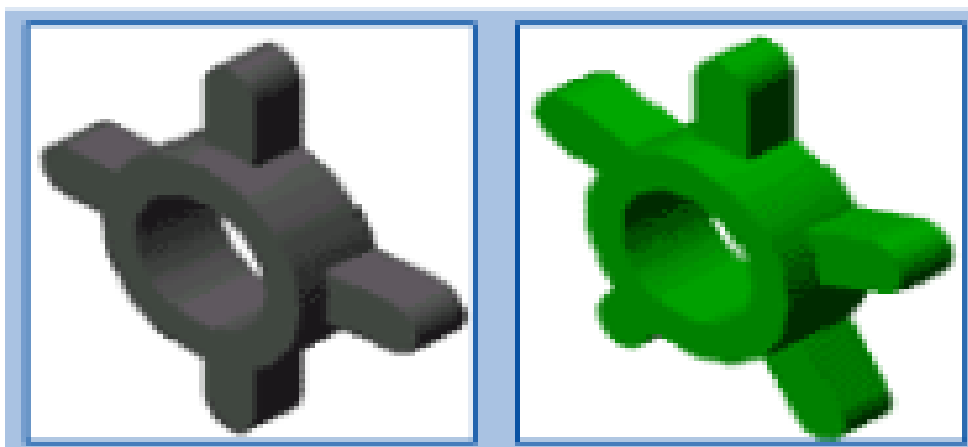
O trabalho proposto foi instalado e conduzido na Fazenda Experimental Lageado da UNESP, empregando-se o delineamento em blocos ao acaso, com esquema fatorial 2x5: dois tipos de marteletes e cinco velocidades de deslocamento com quatro repetições. Assim, o experimento teve 10 tratamentos totalizando 40 parcelas experimentais distribuídas em 4 blocos.

5.2.2 Descrição dos tratamentos

Os tratamentos compostos da combinação dos fatores descritos no subitem 5.2.1 são apresentados na Tabela 6, sendo que os marteletes que definiram os tratamentos são ilustrados na Figura 7.

Tabela 6. Descrição dos fatores e dos tratamentos estudados

FATORES	TRATAMENTOS	
M1 = Marteleto com 4 dentes		
M2 = Marteleto com 5 dentes	T1 = M1V1	T6 = M2V1
V1 = Velocidade de 3,0 km h ⁻¹	T2 = M1V2	T7 = M2V2
V2 = Velocidade de 4,5 km h ⁻¹	T3 = M1V3	T8 = M2V3
V3 = Velocidade de 5,0 km h ⁻¹	T4 = M1V4	T9 = M2V4
V4 = Velocidade de 7,0 km h ⁻¹	T5 = M1V5	T10 = M2V5
V5 = Velocidade de 9,0 km h ⁻¹		

**Figura 7.** Marteleto de 4 e 5 dentes

5.2.3 Instalação e condução do experimento

Cada unidade experimental possuía 20 m de comprimento e largura de 10 m sendo que, entre os blocos, foi deixado um carreador com 50 m de largura a fim de permitir as manobras e estabilização dos equipamentos antes do início da aquisição dos dados. A Figura 8 mostra o esquema da implantação do experimento em campo.

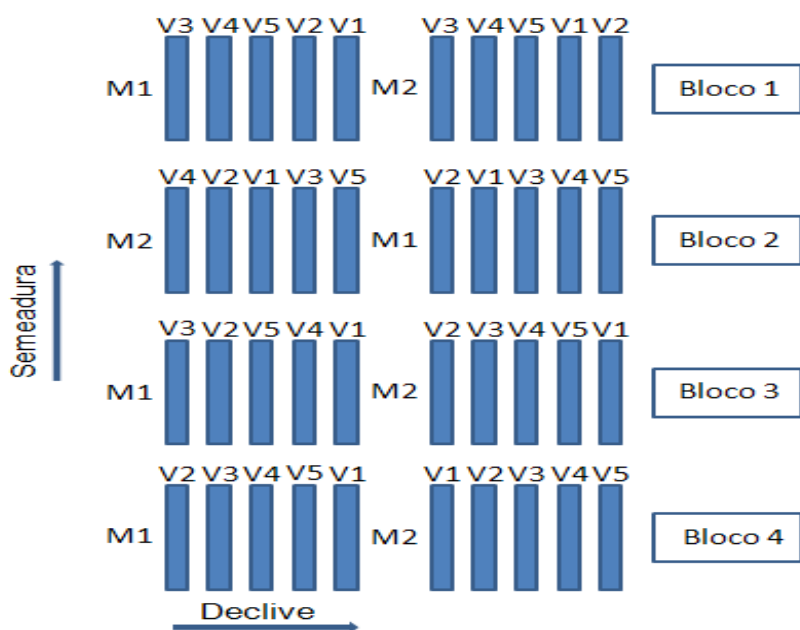


Figura 8. Esquema da disposição dos tratamentos e dos blocos no campo

Vale ressaltar que foram definidas áreas de amostragens (parcelas úteis) dentro de cada parcela experimental, sendo que na região central foram demarcados 3,0 m nas duas linhas centrais, onde foram realizadas avaliações de emergência, estande inicial e final, espaçamento entre plantas, altura de planta e de inserção de espiga, diâmetro de colmo, massa de 1000 grãos e produtividade.

5.2.4 Cronograma de condução do experimento

A instalação e condução do experimento seguiram a seqüência da Tabela 7:

Tabela 7. Cronograma de atividades desenvolvidas para a execução do experimento

Data	Atividade
12/11/07	Coleta de solo para análise de fertilidade.
14/11/07	Montagem do teste de germinação em laboratório da cultivar de milho utilizado no experimento.
18/11/07	Dessecação da massa vegetal existente.
20/11/07	Demarcação das parcelas experimentais.
24/11/07	Coleta de solo para determinação de parâmetros físicos e de textura. Coleta de dados de teor de água no solo e resistência do solo à penetração.
10/12/07	Regulagem da semeadora-adubadora.
11/12/07	Instrumentação do trator e da semeadora-adubadora.
15/12/07	Coleta de dados de porcentagem de cobertura do solo antes da operação de semeadura. Coleta de amostras de material vegetal para determinação de matéria seca.
18/12/07	Dessecação da massa vegetal existente na área experimental no período da semeadura do milho.
19/12/07	Semeadura do milho. Coleta de dados de teor de água no solo. Coleta de dados de consumo de combustível, força de tração na barra e velocidade de deslocamento. Coleta de dados de área de solo mobilizado e profundidade do sulco.
20/12/07	Demarcação em cada parcela experimental da área de coleta de dados (parcela útil).
28/12/07	Coleta de dados de profundidade de deposição de sementes.
28/12/07	Início da contagem de emergência de plântulas e de estande inicial.
04/01/08	Coleta de dados de espaçamento entre plantas.
10/01/08	Pulverização com inseticida.
19/01/08	Aplicação de adubação de cobertura.

Continuação.

Tabela 7. Cronograma de atividades desenvolvidas para a execução do experimento.

29/01/08	Pulverização com inseticida.
24/03/08	Coleta de dados de diâmetro do colmo, altura de inserção da primeira espiga e altura de plantas de milho.
28/04/08	Coleta de dados de estande final de plantas.
29/04/08	Colheita do milho, coleta de dados de diâmetros de espiga, comprimento de espiga e número de grãos por espiga.
05/05/08	Trilhagem, pesagem e determinação do teor de água nos grãos de milho colhidos.

5.2.5 Métodos de determinação dos parâmetros de caracterização do solo

5.2.5.1 Determinação do teor de água e densidade do solo

O teor de água no solo foi determinado pelo método gravimétrico, conforme Embrapa (1979). As amostras de solo na semeadura do milho foram coletadas nas camadas de 0-0,10, 0,10-0,20 e 0,20-0,30 m de profundidade, realizando-se quatro repetições por bloco experimental. O solo foi coletado com o uso de enxadão e, posteriormente, acondicionado em cápsula de alumínio vedada com fitas adesivas para transporte ao laboratório, sendo então pesadas em balança digital de precisão de 0,01 g e levadas à estufa elétrica, com temperatura de aproximadamente 105°C por 24 horas, sendo que após este processo foram submetidas à nova pesagem.

Para a determinação da densidade do solo, foram coletadas quatro amostras por bloco experimental nas camadas de 0-0,1 e 0,1-0,2 m de profundidade do solo, que foram acondicionadas em sacos plásticos devidamente identificados, levadas até o laboratório, onde a densidade do solo foi obtida pelo método do torrão parafinado, de acordo com a metodologia descrita no Manual de Métodos de Análise do Solo (Embrapa 1979).

5.2.5.2 Determinação da matéria seca da cobertura vegetal

Para a avaliação da cobertura vegetal, foram coletadas aleatoriamente, quatro amostras por bloco experimental de material vegetal presente na superfície do solo no período de cinco a seis semanas antes da semeadura do milho, em virtude da alta incidência de chuvas nesse período. As amostras foram retiradas, cortando-se, com faca serrilhada, o material existente na área do quadrado de madeira, conforme a metodologia descrita por Chaila (1986). O material colhido na área do quadrado foi colocado em sacos de papel, levado à estufa com circulação forçada de ar e temperatura de 65°C e deixado por um período de pelo menos 24 h. Após a secagem, o material foi pesado em balança digital de precisão de 0,01 g, cujos valores foram transformados em kg ha⁻¹.

5.2.5.3 Determinação da porcentagem de cobertura do solo

Para a determinação da porcentagem de cobertura, seguiu-se metodologia descrita por Laflen et al. (1981), fazendo-se contagem nas direções diagonais de cada parcela experimental, antes e após a passagem da semeadora-adubadora. Para se obter o percentual de cobertura vegetal, realizou-se a contagem dos pontos sem cobertura vegetal e subtraiu-se de 100. Essa porcentagem foi obtida pela equação:

$$PMC = PC_{ds} 100 PC_{as}^{-1} \quad (1)$$

Em que:

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

PC_{ds} = porcentagem de cobertura na superfície do solo depois da semeadura (%);

PC_{as} = porcentagem de cobertura na superfície do solo antes da semeadura (%).

5.2.5.4 Determinação da resistência do solo à penetração

A resistência mecânica do solo à penetração no período de semeadura foi determinada com a utilização do penetrógrafo nas camadas de 0-0,10; 0,10-0,20; 0,20-0,30 e 0,30-0,40 m realizando-se quatro repetições por bloco experimental. Os dados de

resistência do solo à penetração, obtidos nos registros, foram classificados (a cada 0,05 m) até 0,4 m de profundidade, sendo registrados em MPa. Foram feitas aleatoriamente oito amostragens por bloco experimental.

5.2.5.5 Determinação da granulometria e das análises químicas do solo

Foram coletadas quatro amostras simples do solo na camada de 0 a 0,25 m de profundidade para análise granulométrica e de 0-0,20 e 0,20-0,40 m de profundidade, para análise química, por bloco experimental, formando uma amostra composta, que foi encaminhada ao Laboratório de Análise Química do Departamento de Recursos Naturais – Setor de Ciência do Solo da FCA/UNESP. A análise granulométrica consistiu em determinar as frações de areia, silte e argila. A análise química consistiu em determinar os níveis dos elementos do solo. As análises seguiram a metodologia descrita por Raij et. al. (2001) e descrita no Manual de Métodos de Análise do Solo – Embrapa (1979) e respectivamente.

5.2.6 Métodos de determinação dos parâmetros de avaliação durante a operação de semeadura

5.2.6.1 Determinação da profundidade de deposição de sementes

A deposição de sementes foi determinada nove dias após a semeadura, cortando-se a parte aérea das plantas rente ao solo, com o uso de uma faca, coletando-se com um enxadão a semente com o mesocótilo. Utilizando-se de régua graduada em milímetros, determinou-se a distância entre a parte inferior da semente e a superfície onde se efetuou o corte, correspondendo esta medida à profundidade de deposição de sementes.

Foram coletadas cinco plantas nas duas linhas centrais de cada parcela experimental.

5.2.6.2 Determinação da área de solo mobilizado e profundidade de sulco de semeadura

Para essa determinação, foi utilizado um perfilômetro de madeira. Após a passagem da semeadora-adubadora, o perfil natural do solo foi marcado em folhas de papel tamanho 0,4 x 0,6 m, com o uso de canetas porosas, virando-se em seguida o perfilômetro num ângulo de 90°, mantendo-se a base fixa ao solo, para a retirada manual do solo mobilizado no sulco de semeadura e, voltando-se novamente o perfilômetro na posição vertical, remarcou-se o perfil do sulco na mesma folha.

Para determinar a área de solo mobilizado, foi traçada uma linha, ligando as extremidades dos pontos coletados em cada folha, os quais forneceram o perfil natural do solo em cada linha de semeadura. A área de solo mobilizado correspondeu à área existente entre a união dos pontos demarcados após a abertura do sulco e a linha que representou o perfil natural do solo em cada linha de semeadura, obtida por meio de digitalização em escala real por uma mesa digitalizadora, sendo codificada e calculada em cm^2 pelo “software” SPLAN - Sistema de Planimetria, desenvolvido pelo CINAG – Centro de Informática na Agricultura da FCA/UNESP.

A profundidade de sulco de semeadura foi obtida do perfil demarcado no item 5.1.6.2 correspondendo à medida em metros obtida com o uso de uma régua graduada em milímetros, entre a linha que representou o perfil natural do solo e o ponto extremo do sulco aberto.

5.2.6.3 Determinação do consumo horário de combustível

Para avaliar o consumo horário de combustível, foi utilizado um fluxômetro, instalado em um suporte próximo ao filtro de combustível do trator. O gerador registrou uma unidade de pulso a cada mL de combustível que passou pelo mesmo. Após a contabilização da quantidade de pulsos e o tempo gasto para percorrer a parcela, o consumo horário de combustível foi calculado por meio da equação:

$$C_{HC} = (\Sigma p. 3,6) \Delta t^{-1} \quad (2)$$

Em que:

C_{HC} = consumo horário de combustível ($L\ ha^{-1}$);

Σp = somatório de pulsos, equivalente ao somatório de mL de combustível gasto para percorrer a parcela experimental (mL);

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

3,6 = fator de conversão.

5.2.6.4 Determinação do consumo operacional de combustível

O consumo operacional de combustível ou consumo de combustível por unidade de área foi obtido da relação entre o consumo horário de combustível e a capacidade de campo efetiva, pela equação:

$$C_{OC} = C_{HC} CCE^{-1} \quad (3)$$

Em que:

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

C_{HC} = consumo horário de combustível ($L\ h^{-1}$);

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

5.2.6.5 Determinação da força média na barra de tração

Para a determinação de força de tração em cada parcela, utilizou-se a célula de carga descrita no subitem 5.1.6.5, a qual foi instalada em um suporte entre o trator e o equipamento, de forma a mantê-la na posição horizontal, permitindo que toda a tração exigida pela semeadora fosse detectada pela célula de carga.

A exigência de força média na barra de tração correspondeu à média aritmética de todos os valores obtidos durante o deslocamento do conjunto trator/implemento pela parcela experimental.

5.2.6.6 Determinação da força máxima na barra de tração

A força máxima de tração, ou pico de força, correspondeu ao valor máximo de força de tração, armazenado pelo sistema de aquisição de dados durante o deslocamento do conjunto trator/equipamento na parcela experimental, sendo este expressa em N.

5.2.6.7 Velocidade de deslocamento

A velocidade média de deslocamento foi determinada, cronometrando-se o tempo necessário para percorrer cada parcela de 20 m de comprimento, sendo calculada de acordo com a equação 4. O sistema de aquisição de dados foi acionado mediante auxílio de balizamento no início e final do comprimento de cada parcela, para cronometrar o tempo exato em que o trator iniciou e terminou o percurso.

$$Vel = (L \Delta_t^{-1}) \cdot 3,6 \quad (4)$$

Em que:

Vel = velocidade de deslocamento do conjunto trator-semeadora (km h^{-1});

L = comprimento da parcela experimental (20 m);

Δ_t = Tempo gasto para percorrer a parcela experimental (s);

3,6 = fator de conversão.

As velocidades de deslocamento, que compuseram os tratamentos em estudo, foram definidas em função do escalonamento de marchas do trator utilizado, operando com rotação no motor, variando entre 1900 e 2200 rpm, para proporcionar níveis de variação de velocidade equidistantes. Assim, foram utilizadas as marchas A2, A3, B1, B2 e B3 para a obtenção de níveis de velocidade de deslocamento de aproximadamente 3,0; 4,5; 5,0; 7,0 e 9,0 km h^{-1} , respectivamente.

5.2.6.8 Capacidade de campo efetiva

A capacidade de campo efetiva foi determinada pela relação entre a área útil da parcela trabalhada e o tempo gasto no percurso da parcela, conforme Mialhe (1974), de acordo com a equação:

$$CE = (A_{tr} \Delta_t^{-1}) \cdot 0,36 \quad (5)$$

Em que:

CE = capacidade de campo efetiva (ha h^{-1});

A_{tr} = área útil da parcela trabalhada (m^2);

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

0,36 = fator de correção.

5.2.7 Métodos utilizados para os parâmetros avaliados após a semeadura

5.2.7.1 Determinação da distribuição longitudinal de plantas

A regularidade de distribuição longitudinal de plantas, na linha de semeadura, foi determinada após a estabilização da emergência das plântulas de milho. Mensurou-se a distância entre todas as plântulas de milho existentes em três metros da linha semeada, nas duas linhas centrais de cada parcela experimental. Os espaçamentos entre plântulas (X_i) foram analisados mediante classificação adaptada de Kurachi et al. (1989). Baseado em espaçamento (X_{ref}) de acordo com a regulagem da semeadora-adubadora, determinou-se o percentual de espaçamentos entre as sementes:

-correspondentes às classes aceitáveis ou normais ($0,5 \cdot X_{ref} < X_i < 1,5 \cdot X_{ref}$);

-múltiplos ($X_i < 0,5 \cdot X_{ref}$);

- falhos ($X_i > 1,5 \cdot X_{ref}$).

5.2.7.2 Número médio de dias para emergência de plântulas

Para a determinação do número médio de plântulas emergidas, realizou-se a contagem diária desde a primeira plântula até a estabilização da contagem, em 3,0 m de linha semeada, nas duas linhas centrais de cada parcela experimental, onde se calculou o número médio de dias para a emergência de plântulas de milho de acordo com a equação 6 proposta por Edmond e Drapala (1958):

$$M = \{(N_1G_1) + (N_2G_2) + \dots + (N_nG_n)\} (G_1 + G_2 + \dots + G_n)^{-1} \quad (6)$$

Em que:

M = número médio de dias para a emergência das plântulas de milho;

N_1 = número de dias decorridos entre a semeadura e a primeira contagem;

G_1 = número de plântulas emergidas na primeira contagem;

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

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

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

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

5.2.7.3 Na cultura do milho

5.2.7.3.1 Componentes morfológicos

- Altura das plantas e altura de inserção de espigas:

Para a determinação da altura de cada planta foi considerada a distância entre o nível do solo até o ponto de inserção da folha bandeira. A determinação da altura de inserção da espiga foi obtida pela distância a partir do nível do solo até a inserção da primeira espiga.

- Índice de espigas:

Foi calculado dividindo-se o número de espigas pelo número de plantas, presentes na área útil de cada parcela.

- Diâmetro do colmo:

O diâmetro do colmo foi medido no final do ciclo com paquímetro eletrônico no primeiro entrenó acima do solo (duas medidas), nas duas linhas centrais do experimento, utilizando todas as plantas.

5.2.7.3.2 Componentes de produção

- Índice de sobrevivência

A porcentagem de sobrevivência correspondeu à proporção média de plantas que atingiu sua maturação, em relação ao estande médio inicial de plantas, sendo obtido pela equação:

$$IS = (P_f P_i^{-1}).100 \quad (7)$$

Em que:

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

P_f = estande médio final de plantas de milho (plantas ha^{-1});

P_i = estande médio inicial de plantas de milho (plantas ha^{-1}).

- Estande inicial e final de plantas:

Para a determinação do estande inicial de plantas, foram contadas todas as plantas da área útil de cada parcela, sendo consideradas apenas as duas linhas centrais, $5,10 \text{ m}^2$ ($4 \times 1,70$).

Para a determinação do estande final de plantas, foram contadas também todas as plantas da área útil de cada parcela e o resultado extrapolado para plantas por hectare.

- Massa de 1000 grãos:

Para a determinação desta variável, fez-se a contagem de oito repetições de 100 grãos, que tiveram suas massas determinadas e ajustadas para 13% de teor

de água, possibilitando estimar assim, a massa de 1000 grãos, baseada nas Regras de Análise de Sementes (BRASIL 1992), utilizando a equação:

$$P1000 = (P \text{ amostra. } 1000). N^{\circ} \text{ Total de sementes}^{-1} \quad (8)$$

5.2.7.3 Determinação de danos mecânicos nas sementes

As sementes foram submetidas ao teste de germinação e de coloração rápida para detectar possíveis danos mecânicos em sua estrutura.

- Teste de germinação:

Para a determinação de plântulas normais e anormais, foi realizado o teste de rolo de papel (RP), de acordo com Brasil (1992). Estas foram recolhidas após a instalação do experimento, em uma faixa de 50 metros, mediante uso de tampão com fita adesiva na saída do tubo de descarga, em todas as unidades de semeadura, em parcelas experimentais distintas.

As sementes coletadas foram colocadas em sacos de papel devidamente identificados e acondicionados em câmara seca à temperatura de aproximadamente 30°C, até a realização do teste. O teste decorreu da seguinte maneira: papel tipo germitest que foi umedecido anteriormente com água destilada; as sementes foram colocadas sobre o papel com o auxílio de um tabuleiro de madeira com 25 furos. Assim, cada tratamento teve 100 sementes distribuídas em quatro rolos de papel (04 repetições para cada tratamento). Esses rolos de papel foram levados para um germinador com a temperatura ideal para a cultura do milho.

Após o período de 07 dias foi feita a primeira contagem de plântulas normais, anormais e de sementes que não germinaram. Após o término das contagens foi obtida a porcentagem de plântulas normais e, conseqüentemente, a determinação do vigor das sementes utilizadas.

- Teste de coloração rápida (tintura de iodo):

As sementes de milho utilizadas foram adquiridas do montante coletado para o teste de germinação. Para o teste de coloração com tintura de iodo, o objetivo

foi determinar a porcentagem de sementes que apresentassem danificações no pericarpo e no embrião.

Este teste foi realizado em sementes provenientes da amostra média dos dez tratamentos, após algumas reduções, retirando-se ao acaso duas repetições de 100 sementes, que foram colocadas em copos plásticos, com a adição de solução de tintura de iodo a 4% (40 ml de tintura de iodo comercial e 960 ml de água destilada), em quantidade suficiente para cobri-las. Assim, as sementes ficaram embebidas durante 5 minutos, sendo eliminado o excesso da solução. Logo após, as sementes foram lavadas em água corrente e colocadas em folha de papel toalha de germinação para secar. Após a embebição, a região danificada da semente apresentou coloração azul escuro, devido à reação do iodo com o amido endospermático.

A contagem das sementes danificadas foi realizada, considerando:

1. Trincas profundas, independente da posição em que ocorreram.
2. Trincas leves na região próxima e/ou no embrião da semente.
3. Trincas leves na região superior da semente representando na maioria das vezes, pequenas trincas de pericarpo.

5.2.7.4 Produtividade

A produtividade foi obtida a partir da massa dos grãos na área útil de cada parcela, mediante pesagem, e expressa em kg ha^{-1} , ajustadas para 13% de teor de água, baseadas nas Regras de Análise de Sementes (BRASIL 1992), utilizando a equação:

$$PROD = (P A^{-1}).10000 \quad (9)$$

Em que:

$PROD$ = produtividade média de grãos de milho (kg ha^{-1});

P = produção média de grãos da parcela (kg);

A = área da parcela colhida (m^2);

10000 = fator de conversão.

5.2.7.5 Análise estatística dos dados

As variáveis obtidas foram analisadas estatisticamente através de teste de médias, em esquema fatorial 2 x 5 e um delineamento em blocos ao acaso com parcelas subdivididas, tanto para os efeitos dos marteletes como para os efeitos das velocidades. Adotou-se o nível de significância de 5% para os testes. O sistema computacional utilizado foi o SAS 9.1 (The SAS System-Release 9.1. SAS Institute Inc., Cary, NC, USA. 2002-2003).

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos de todas as variáveis avaliadas são apresentados na forma de tabelas e figuras. Nas tabelas os dados apresentam-se na forma de comparação de médias, sendo que para as análises entre os marteletes (coluna) as comparações são representadas por letras maiúsculas e para as velocidades (linha) por letras minúsculas.

No corpo do texto, das tabelas e figuras, para efeito de abreviações, foram utilizadas as seguintes terminologias: “M1” – martelete de 4 dentes; “M2” – martelete de 5 dentes e “CV1” – coeficiente de variação para o martelete de 4 dentes e “CV2” – coeficiente de variação para o martelete de 5 dentes.

A seqüência de apresentação dos resultados e as discussões são feitas agrupando-se as variáveis por afinidade e, sempre que possível, dentro da seqüência cronológica de execução das atividades.

6.1 Matéria seca e porcentagem de cobertura do solo

Observou-se uniformidade de matéria seca na área utilizada para o desenvolvimento do experimento, com média de 7.600 kg ha⁻¹, assim superior ao recomendado pela literatura, para a implantação do Sistema Plantio Direto, sendo esta de 4.000 a 6.000 kg ha⁻¹. Para a porcentagem de cobertura do solo no momento da semeadura do milho, os valores mostraram-se superiores aos recomendados pela literatura, tendo como média geral de 97 %.

6.2 Profundidade de deposição de sementes e de sulco de semeadura e área de solo mobilizado

A Tabela 8 apresenta os resultados obtidos para a profundidade de deposição de sementes na operação de semeadura do milho.

Tabela 8. Profundidade de deposição de sementes (m), de acordo com os fatores marteletes e velocidades (km h⁻¹)

Martelete	Velocidade					Média
	3,0	4,5	5,0	7,0	9,0	
M1	0,060 a	0,063 a	0,043 c	0,050 b	0,038 d	0,051
M2	0,065 a	0,055 a	0,043c	0,045 b	0,035 b	0,049
Média	0,063	0,059	0,043	0,048	0,036	

Médias seguidas de mesma letra não diferem ao nível de 5% de probabilidade. CV1 = 16,68% e CV 2= 17,61%.

Verificou-se que entre os marteletes 1 e 2 não houve diferença estatisticamente significativa entre as velocidades. Para ambos os marteletes, as velocidades de 3,0 e 4,5 km h⁻¹ foram as que apresentaram as maiores profundidades. Para o marteleto 2 houve um decréscimo para essa variável à medida que a velocidade de deslocamento foi acrescida. Na velocidade, 5,0 km h⁻¹, para ambos os marteletes obteve-se os mesmos valores. Pode-se ressaltar que com o aumento da velocidade de deslocamento, a tendência é a obtenção de menores valores para as profundidades de deposição de sementes, o que prova a

existência do efeito da velocidade de deslocamento sobre essa variável. Mahl (2006) observou o efeito da velocidade de deslocamento sobre a profundidade de semeadura em solo argiloso, em que a menor velocidade ($5,5 \text{ km h}^{-1}$) proporcionou maior profundidade de deposição de sementes em relação às demais estudadas. Justino (1998) e Silva et al. (2000) constataram a não interferência da velocidade de deslocamento sobre a profundidade de deposição de sementes em solo arenoso.

Nas Tabelas 9 e 10, são apresentados os resultados de profundidade do sulco de semeadura e área de solo mobilizado na operação de semeadura do milho, respectivamente.

Tabela 9. Profundidade do sulco de semeadura (m), de acordo com os fatores marteletes e velocidades (km h^{-1})

Marteleto	Velocidade					Média
	3,0	4,5	5,0	7,0	9,0	
M1	0,07 Aa	0,07 a	0,06 b	0,06 Ab	0,05 c	0,06
M2	0,06 Bb	0,07 a	0,06 b	0,05 Bc	0,05 c	0,06
Média	0,06	0,07	0,06	0,06	0,05	

Médias seguidas de mesma letra não diferem ao nível de 5% de probabilidade. CV1 = 11,62% e CV 2= 14,94%.

De acordo com os resultados obtidos, constatou-se que a profundidade do sulco de semeadura entre os marteletes apresentou diferença significativa apenas para as velocidades de deslocamento de 3,0 e 7,0 km h^{-1} . Em relação às velocidades, quando relacionadas ao marteleto 1, as de 3,0 e 4,5 km h^{-1} foram as que apresentaram maiores profundidades do sulco de semeadura diferindo das demais. Avaliando-se os tratamentos com o marteleto 2, a velocidade de 4,0 km h^{-1} foi a que mostrou maior valor em relação às demais, com destaque para as velocidades de 7,0 e 9,0 km h^{-1} que apresentaram menores profundidades do sulco de semeadura. Todavia, este efeito não é apresentado pela ação do marteleto e sim pelas velocidades estudadas.

Estes resultados concordam com os obtidos por Casão Junior et al. (2000) que observaram tendências de redução da profundidade do sulco de semeadura com o

acrécimo da velocidade de deslocamento. Mahl (2002) verificou que a menor velocidade apresentou menor profundidade do sulco de semeadura, porém, Mahl (2006) observou ausência de efeito da velocidade de deslocamento sobre a profundidade do sulco. Oliveira et al. (2000) verificaram que, em Latossolo Vermelho-Amarelo, não houve diferença significativa entre os tratamentos em relação a variável profundidade do sulco de semeadura, constatando porém que na velocidade de 5,0 km h⁻¹ foi obtida a menor profundidade, o que possibilitou maior estande final de plantas.

Tabela 10. Área de solo mobilizado (m) de acordo com os fatores marteletes e velocidades (km h⁻¹)

Martetele	Velocidade					Médias
	3,0	4,5	5,0	7,0	9,0	
M1	0,73	0,74	0,78	0,77	0,81	0,76
M2	0,72	0,73	0,76	0,79	0,85	0,77
Médias	0,72	0,73	0,77	0,78	0,83	

Médias seguidas de mesma letra não diferem ao nível de 5% de probabilidade. CV1 = 3,78% e CV 2= 2,29%.

De acordo com a Tabela 10, os resultados de área de solo mobilizado não diferiram estatisticamente tanto entre os marteletes quanto entre todas as velocidades de deslocamento. Tais resultados discordam dos obtidos por Mahl (2006) que encontrou diferença significativa apenas para velocidade de deslocamento em solo argiloso, quando comparado com solo arenoso, sendo que a velocidade de 10,1 km h⁻¹ mobilizou maior área de solo no sulco de semeadura em relação aos demais níveis de velocidade. Resultados semelhantes foram encontrados por Silva et al. (2000), que não observaram efeito da velocidade de deslocamento na área de solo mobilizado no sulco.

6.3 Consumo horário e operacional de combustível

Nas Tabelas 11 e 12, são apresentados os resultados do consumo horário e operacional de combustível.

Tabela 11. Consumo horário de combustível ($L\ ha^{-1}$), de acordo com os fatores marteletes e velocidades ($km\ h^{-1}$)

Martelete	Velocidade					Média
	3,0	4,5	5,0	7,0	9,0	
M1	9,44 Ae	10,04 d	10,55 Ac	11,50 b	12,56 Aa	10,82
M2	9,04 Be	10,14 d	10,27 Bc	11,40 b	12,35 Ba	10,64
Média	9,24	10,09	10,41	11,45	12,46	

Médias seguidas de mesma letra não diferem ao nível de 5% de probabilidade. CV1 = 8,65% e CV 2= 6,68%.

Analisando os resultados obtidos entre os marteletes 1 e 2 encontrou-se diferenças estatisticamente significativas para as velocidades 3,0; 5,0 e 9,0 $km\ h^{-1}$; porém o efeito verificado não é apresentado pela ação do martelete e sim pela pelas velocidades estudadas. Nas velocidades estudadas relacionadas ao martelete 1, constatou-se diferença significativa, com maior valor para a velocidade de 9,0 $km\ h^{-1}$ seguindo a mesma tendência para o martelete 2, ou seja, à medida que se aumentou a velocidade de deslocamento, houve acréscimo significativo no consumo horário de combustível. Da menor para a maior velocidade, houve um aumento de 74% para o martelete 1 e de 73% para o martelete 2. Furlani et al. (2007) estudaram o desempenho de uma semeadora-adubadora em plantio direto com as velocidades 4,5; 5,0 e 6,0 km^{-1} , observando que com o aumento da velocidade de deslocamento, houve aumento no consumo horário de combustível. Mahl (2002 e 2006), Mahl et al. (2005) e Oliveira (1997) também encontraram efeito da velocidade de deslocamento sobre o aumento do consumo horário de combustível.

Tabela 12. Consumo operacional de combustível (Lha^{-1}), de acordo com os fatores marteletes e velocidades ($km\ h^{-1}$)

Martelete	Velocidade					Médias
	3,0	4,5	5,0	7,0	9,0	
M1	7,74 a	6,64 b	6,51 c	5,63 d	4,95 e	6,29
M2	7,41 a	6,71 b	6,14 c	5,18 d	4,09 e	5,91
Médias	7,57	6,67	6,33	5,41	4,52	

Médias seguidas de mesma letra não diferem ao nível de 5% de probabilidade. CV1 = 13,10% e CV 2= 6,19%.

Verificou-se que entre os marteletes 1 e 2 não foi encontrada diferença significativa para os valores do consumo operacional de combustível. Com relação às velocidades, ambos os marteletes sofreram influência desta, proporcionando um decréscimo nos valores do consumo operacional de combustível à medida que a velocidade de deslocamento foi aumentada. Da velocidade 3,0 km h⁻¹ para a velocidade 9,0 km h⁻¹, houve um decréscimo de 69,69%. Mahl et al. (2004) constataram que esta variável, em relação à variação de velocidade de deslocamento do conjunto trator/semeadora-adubadora, apresentou influência sobre o consumo operacional de combustível. Constatado que com o aumento da velocidade, houve redução significativa dessa variável. Comportamento semelhante também foi encontrado por Mahl e Gamero (2003). Oliveira et al. (2000) observaram diferença significativa no consumo operacional de combustível ao variar a velocidade de deslocamento, sendo que o maior valor foi verificado para a velocidade de 5,0 km h⁻¹ que foi a menor utilizada. Furlani et al. (2007) verificaram, também, que houve diminuição no consumo operacional de combustível da menor para a maior velocidade de deslocamento estudada, apresentando diferença significativa. O acréscimo do consumo horário de combustível pode ser explicado pela alta exigência do conjunto trator-semeadora devido ao aumento da velocidade. Quanto ao decréscimo do consumo operacional de combustível o mesmo será menor pelo fato da semeadura ser realizada com mais rapidez.

6.4 Força máxima e média de tração na barra

As Tabelas 13 e 14 apresentam os resultados de força máxima e média de tração na barra na operação de semeadura do milho.

Tabela 13. Força máxima (kN) de tração na barra, de acordo com os fatores marteletes e velocidades (km h⁻¹)

Martetele	Velocidade					Média
	3,0	4,5	5,0	7,0	9,0	
M1	11,62	11,65	11,72	11,73	11,74	11,69
M2	11,63	11,64	11,73	11,74	11,75	11,70
Média	11,62	11,64	11,72	11,73	11,74	

Médias seguidas de mesma letra não diferem ao nível de 5% de probabilidade. CV1 = 0,93% e CV 2= 0,97%.

Os resultados, apresentados na Tabela 13, mostram que os valores obtidos de força máxima de tração na barra não diferiram estatisticamente tanto entre os marteletes quanto entre as velocidades de deslocamento. Silveira et al. (2005) constataram que, apesar da profundidade de deposição de sementes não afetar significativamente o requerimento de força de tração, a velocidade de deslocamento provocou aumento no requerimento de força de 12,08 e 3,70%, para ambas as profundidades (1,97 cm e 2,68 cm), quando esta passou de 5,24 para 7,09 km h⁻¹. Mahl et al. (2004), avaliando a demanda energética e a eficiência da distribuição de sementes de uma semeadora-adubadora para semeadura direta, verificaram que, em relação à velocidade de deslocamento, a força de tração nas duas velocidades menores (4,4 e 6,1 km h⁻¹) foi semelhante, e essas diferiram da maior velocidade testada (8,1 km h⁻¹).

Tabela 14. Força média de tração na barra (N), de acordo com os fatores marteletes e velocidades (km h⁻¹)

Martetele	Velocidade					Média
	3,0	4,5	5,0	7,0	9,0	
M1	9,59	9,62	9,65	9,67	9,71	9,65
M2	9,59	9,62	9,62	9,65	9,72	9,64
Média	9,59	9,62	9,64	9,66	9,71	

Médias seguidas de mesma letra não diferem ao nível de 5% de probabilidade. CV1 = 1,10% e CV 2= 1,03%.

Verifica-se na Tabela 14, que os resultados de força média de tração na barra não diferiu estatisticamente, tanto entre os marteletes quanto entre as velocidades de deslocamento. Silva (2000), também não encontrou diferença significativa entre os tratamentos em função das velocidades de deslocamento. Porém Mahl (2006) observou que a velocidade de 5,5 km h⁻¹, demandou menor esforço médio em relação às velocidades 7,9 km h⁻¹ e 10,1 km h⁻¹. Casão Junior (2000b) e Siqueira et al. (2001) também observaram aumento de força média sob o efeito da velocidade de deslocamento. Silveira et al. (2005), constataram o requerimento de força de tração 5,51 kN.

6.5 Velocidade de deslocamento e capacidade de campo efetiva

Os resultados de velocidade de deslocamento e da capacidade de campo efetiva na operação de semeadura do milho são apresentados nas Tabelas 15 e 16.

Tabela 15. Velocidade de deslocamento (km h⁻¹), de acordo com os fatores marteletes e velocidades (km h⁻¹)

Martelete	Velocidade					Médias
	3,0	4,5	5,0	7,0	9,0	
M1	3,10e	4,14d	4,87c	6,82b	8,68a	5,52
M2	3,13e	4,24d	4,82c	6,88b	8,62a	5,54
Médias	3,11	4,19	4,85	6,85	8,65	

Médias seguidas de mesma letra não diferem ao nível de 5% de probabilidade. CV1 =3,43% e CV2 = 3,33%.

Os níveis de velocidade de deslocamento que foram propostos para avaliação de seus efeitos no presente trabalho, apresentaram diferença significativa entre si.

Tabela 16. Capacidade de campo efetiva (ha h^{-1}), de acordo com os fatores 2 marteletes e 5 velocidades (km h^{-1})

Martetele	Velocidade					Média
	3,0	4,5	5,0	7,0	9,0	
M1	1,22 e	1,52 d	1,63 Bc	2,07 Bb	2,59 Ba	1,81
M2	1,22 e	1,52 d	1,67 Ac	2,20 Ab	3,02 Aa	1,93
Média	1,22	1,51	1,65	2,14	2,81	

Médias seguidas de mesma letra não diferem ao nível de 5% de probabilidade. CV1 = 11,82% e CV 2= 4,97%.

Verificou-se que em relação aos marteletes estudados houve diferença estatística para as velocidades de 5,0; 7,0 e 9,0 km h^{-1} , sendo que martelete 1 e 2 apresentaram o maior desempenho com a velocidade 9,0 km h^{-1} , sendo que esta diferença não foi ocasionada pelo efeito do martelete, mas sim pelas s velocidades estudadas. À medida que aumentou a velocidade, a capacidade de campo apresentou resultados diretamente proporcionais. Branquinho et al. (2004), estudando três tipos de manejos com duas velocidades de deslocamento da semeadora-adubadora (5,2 e 7,3 km h^{-1}), observaram que a capacidade de campo efetiva da semeadora-adubadora foi maior na velocidade mais alta. O efeito da velocidade de deslocamento sobre o aumento da capacidade de campo efetiva foi verificado também por Levien et al. (1999) que obtiveram média de 2,1 ha h^{-1} de capacidade de campo para a maior velocidade, enquanto Marques et al. (1999) encontraram 1,45 ha h^{-1} .

6.6 Distribuição longitudinal de plantas

Os resultados de espaçamento falho, múltiplo e normal são apresentados nas Tabelas 17, 18 e 19.

Tabela 17. Espaçamento falho (%), de acordo com os fatores marteletes e velocidades (km h⁻¹)

Martetele	Velocidade					Média
	3,0	4,5	5,0	7,0	9,0	
M1	0,31 c	7,30 Ab	6,19 b	7,72 Bb	14,22 a	7,14
M2	2,21 c	0,31 Bd	5,87 b	15,70 Aa	13,81 a	7,58
Média	1,26	3,80	6,03	11,71	14,02	

Médias seguidas de mesma letra não diferem ao nível de 5% de probabilidade. CV1 = 25,79% e CV 2= 30,69%.

Verifica-se na Tabela 17 que entre os marteletes houve diferença estatisticamente significativa para as velocidades 4,5 km h⁻¹ e 7,0 km h⁻¹ quando se avaliou a porcentagem de espaçamento falho entre plantas na linha de semeadura. Analisando-se as velocidades de deslocamento, pode-se constatar, que o aumento das mesmas implicou, de maneira geral, em acréscimo da porcentagem de espaçamentos falhos nas linhas de semeadura, sendo que para o martetele 1 a velocidade de 3,0 km h⁻¹ e para o martetele 2 a de 4,5 km h⁻¹, foram as que apresentaram menores valores percentuais de falhos com diferenças estatisticamente significativas.

Tabela 18. Espaçamento múltiplo (%), de acordo com os fatores marteletes e velocidades (km h⁻¹)

Martetele	Velocidade					Média
	3,0	4,5	5,0	7,0	9,0	
M1	18,31 Ab	23,46 Aa	19,61 Ab	12,47 c	4,24 d	15,61
M2	6,37 Bb	2,54 Bc	3,01 Bc	12,65 a	1,21 d	5,15
Média	12,34	13,00	11,31	25,12	2,72	

Médias seguidas de mesma letra não diferem ao nível de 5% de probabilidade. CV1 = 28,95% e CV 2= 23,61%.

Verifica-se, na Tabela 18, que entre os marteletes 1 e 2, houve diferença estatística nas velocidades 3,0; 4,5 e 5,0 km h⁻¹ para o espaçamento múltiplo entre plantas na linha de semeadura o que infere que o martetele 1, em baixas velocidades, proporcionou maiores porcentagens deste tipo de espaçamento. Em relação às velocidades

estudadas, para o martelete 1, a velocidade 4,5 km h⁻¹ foi a que proporcionou o maior valor entre as demais, sendo que a velocidade de 9,0 km h⁻¹, apresentou o menor valor, com diferença significativa estatisticamente. Para o martelete 2, a velocidade que apresentou o maior valor foi a de 7,0 km h⁻¹ e o menor a de 9,0 km h⁻¹.

Tabela 19. Espaçamento normal (%), de acordo com os fatores marteletes e velocidades (km h⁻¹)

Martetele	Velocidade					Média
	3,0	4,5	5,0	7,0	9,0	
M1	85,64 a	73,01 Bbc	69,01 Bd	79,8 b	79,31 Bb	77,35
M2	89,91 b	83,2 Ac	92,42 Aa	75,05 d	90,96 Aa	86,31
Média	87,77	78,10	80,72	77,42	85,14	

Médias seguidas de mesma letra não diferem ao nível de 5% de probabilidade. CV1 = 8,16% e CV2= 9,65%.

Verifica-se na Tabela 19 que quando efetuada a comparação entre os marteletes 1 e 2 para o espaçamento normal entre plantas, obteve-se diferença estatística para as velocidades 4,5; 5,0 e 9,0 km h⁻¹. Nas velocidades de deslocamento que interagiram com o martelete 1, observou-se diferença significativa, sendo que a velocidade 3,0 km h⁻¹ foi a que apresentou o maior valor. Para o martelete 2 também foi encontrada diferença significativa entre as velocidades de 5,0 e 9,0 km h⁻¹ diferindo-as das demais. Na velocidade de deslocamento de 5,0 km h⁻¹ para o martelete 2, obteve-se a maior porcentagem de espaçamento normal na linha de semeadura, o que discorda de Oliveira et al. (2000) e Santos et al. (2003) que constataram a não influência da velocidade sobre a porcentagem de espaçamentos normais, quando essa variou de 5 para 7 km h⁻¹. Mahl et al. (2004) concluíram que o aumento da velocidade de deslocamento na operação de semeadura de milho reduziu o percentual de espaçamentos normais e, conseqüentemente, aumentou o percentual de espaçamentos múltiplos e falhos. Entretanto, Silva (2000) concluiu que a uniformidade de distribuição de sementes não foi influenciada pela velocidade de deslocamento na implantação da cultura do milho e soja, porém Klein et al. (2002) apresentam resultados semelhantes e afirmam que o aumento de velocidade não afetou o percentual de espaçamentos duplos e falhos.

6.7 Número médio de dias para emergência de plântulas

A Tabela 20 apresenta o número médio de dias para a emergência das plântulas de milho, após a realização da semeadura.

Tabela 20. Número de dias para emergência de plântulas, de acordo com os fatores marteletes e velocidades (km h^{-1})

Martelete	Velocidade					Média
	3,0	4,5	5,0	7,0	9,0	
M1	10,60 a	10,44 a	9,51 b	9,09 bc	8,52 cd	9,63
M2	10,48 a	10,32 a	8,63 b	8,39 b	8,41 b	9,24
Média	10,54	10,38	9,07	8,74	8,46	

Médias seguidas de mesma letra não diferem ao nível de 5% de probabilidade. CV1 = 3,38% e CV 2= 6,54%.

Verifica-se na Tabela 20 que entre os marteletes 1 e 2 não houve diferença significativa em todas as velocidades avaliadas. Para ambos os marteletes, as velocidades de 3,0 e 4,5 km h^{-1} , foram as que mais se destacaram na média do número de dias para emergência de plântulas. Isto pode ser explicado pela profundidade de deposição da semente, ou seja, quanto mais profunda estiver a semente, mais tempo é necessário para desencadear o processo de germinação e conseqüentemente a emergência da plântula. No presente trabalho, as velocidades de deslocamento mais baixas do conjunto trator/semeadora-adubadora apresentaram valores mais altos para profundidade de deposição de semente, com diferença de 43% do valor obtido pela velocidade 3,0 km h^{-1} para a velocidade de 9,0 km h^{-1} , discordando de Mello et al. (2007), que afirmaram que o número médio de dias para emergência variou de sete a nove e não sofreu influência dos híbridos utilizados e nem das velocidades de deslocamento do trator. Faganello et al. (1998), trabalhando com um híbrido de milho e duas velocidades de semeadura (3,5 e 7,0 km h^{-1}) sobre resteva de ervilhaca dessecada, não encontraram influência de híbridos e/ou velocidades na emergência de plântulas.

6.8 Altura de planta

Os resultados da variável altura de planta da cultura do milho são apresentados na Tabela 21.

Tabela 21. Altura de plantas (m), de acordo com os fatores marteletes e velocidades (km h⁻¹)

Martetele	Velocidade					Médias
	3,0	4,5	5,0	7,0	9,0	
M1	2,06 Aa	2,05 Ba	2,02 Bb	2,06 a	2,05 a	2,04
M2	2,00 Bc	2,08 Aa	2,10 Aa	2,06 b	2,05 b	2,06
Médias	2,03	2,07	2,06	2,06	2,05	

Médias seguidas de mesma letra não diferem ao nível de 5% de probabilidade. CV1 = 0,90% e CV 2= 0,99%.

Verifica-se na Tabela 21 que a comparação dos resultados obtidos entre os marteletes mostrou diferenças estatisticamente significativas apenas para as velocidades de 3,0; 4,5 e 5,0 km h⁻¹. Observa-se também que apenas a velocidade de 5,0 km h⁻¹ apresentou menores alturas de planta em relação às demais velocidades estudadas, quando se analisou o martelete 1.

Este efeito da velocidade sobre a altura de plantas na cultura do milho, foi constatado por Silva et al. (2000) que obtiveram plantas com alturas inferiores nas velocidades de deslocamento mais altas. Araújo et al. (1999) constataram a mesma influência. Tais resultados discordam de Mahl (2002 e 2006), que não observou o efeito da velocidade de deslocamento sobre a altura de plantas na cultura do milho.

6.9 Altura de inserção da primeira espiga

A Tabela 22 apresenta os resultados obtidos para a altura de inserção da primeira espiga da cultura do milho em função das variáveis estudadas.

Tabela 22. Altura de inserção da primeira espiga (m), de acordo com os fatores, marteletes e velocidades (km h⁻¹)

Marteleto	Velocidade					Médias
	3,0	4,5	5,0	7,0	9,0	
M1	1,07 Ac	1,10 Bb	1,13 Aa	1,06 Bd	1,07c	1,08
M2	1,04 Bd	1,12 Aa	1,08 Bb	1,08 Ab	1,07c	1,08
Médias	1,05	1,11	1,10	1,07	1,07	

Médias seguidas de mesma letra não diferem ao nível de 5% de probabilidade. CV1 = 1,32% e CV 2= 0,88%.

Verifica-se na Tabela 22 que, embora tenha ocorrido diferenças estatisticamente significativas entre os tratamentos estudados, houve, em todos, certa uniformidade da altura de inserção da primeira espiga, cujos valores variaram de 1,04 a 1,13 m. Estes resultados estão de acordo com Silva et al. (2000), que constataram o efeito da velocidade de deslocamento na operação da semeadora-adubadora sobre a altura de inserção de espigas do milho, mas discordam dos de Mahl (2002 e 2006) que não observou este efeito.

6.10 Número de espigas por planta

A Tabela 23 apresenta os resultados do número de espigas por planta na cultura do milho.

Tabela 23. Número de espigas por planta, de acordo com os fatores marteletes e velocidades (km h⁻¹)

Marteleto	Velocidade					Médias
	3,0	4,5	5,0	7,0	9,0	
M1	1,03	1,04	1,04	1,03	1,03	1,03
M2	1,02	1,03	1,04	1,03	1,04	1,03
Médias	1,02	1,03	1,04	1,03	1,03	

Médias seguidas de mesma letra não diferem ao nível de 5% de probabilidade. CV1 = 1,09% e CV 2= 1,06%.

Pode-se constatar na Tabela 23 que o número de espigas por planta não sofreu efeito de nenhum dos fatores estudados no presente trabalho. Mahl (2006) encontrou resultados semelhantes.

6.11 Diâmetro do colmo

Os resultados de diâmetro do colmo são apresentados na Tabela 24.

Tabela 24. Diâmetro do colmo(m), de acordo com os fatores marteletes e velocidades (km h^{-1})

Martetele	Velocidade					Médias
	3,0	4,5	5,0	7,0	9,0	
M1	0,16	0,14	0,14	0,15	0,16	0,15
M2	0,15	0,16	0,15	0,17	0,17	0,16
Médias	0,15	0,15	0,14	0,16	0,17	

Médias seguidas de mesma letra não diferem ao nível de 5% de probabilidade. CV1 = 1,32% e CV 2= 0,88%.

Verifica-se, na Tabela 24, que os resultados obtidos para o diâmetro do colmo não diferiram estatisticamente tanto entre os marteletes, quanto entre as velocidades de deslocamento estudadas. A ausência do efeito da velocidade de deslocamento sobre essa variável corrobora os resultados obtidos por Mahl (2002 e 2006) e diverge daqueles encontrados por Silva et al. (2000) onde as maiores velocidades proporcionaram diâmetros de colmo com valores menores.

6.12 Estande inicial e final de plantas e índice de sobrevivência

Os resultados do estande inicial e final de plantas e índice de sobrevivência na cultura do milho são apresentados na Tabela 25.

Tabela 25. Estande inicial e final de plantas e índice de sobrevivência, de acordo com os fatores marteletes e velocidades (km h^{-1})

Estande inicial						
Martetele	Velocidade					Média
	3,0	4,5	5,0	7,0	9,0	
M1	62380 b	62381 Ab	63263 Aa	60958 Bc	60864 Bc	61969
M2	62248 a	61891 Bb	62153 Ba	62218 Aa	61327 Ab	61967
Média	62314	62136	62708	61588	61095	
CV1 = 1,32% e CV 2= 0,88%.						
Estande final						
Martetele	Velocidade					Média
	3,0	4,5	5,0	7,0	9,0	
M1	62088 ab	62273 a	62436 a	60921 c	60851 c	61714
M2	61443 b	61443 b	61997 a	62117 b	61155 b	61842
Média	62142	61858	62217	61519	61153	
CV1 = 0,87% e CV 2= 0,96%.						
Índice de sobrevivência						
Martetele	Velocidade					Média
	3,0	4,5	5,0	7,0	9,0	
M1	99,53	99,82	98,69	99,93	99,97	99,59
M2	99,91	99,27	99,74	99,83	99,71	99,69
Média	99,72	99,55	99,22	99,88	99,84	
CV1 = 0,86% e CV 2= 0,81%.						
Médias seguidas de mesma letra não diferem ao nível de 5% de probabilidade.						

Quando se comparou os marteletes 1 e 2 para a variável estande inicial de plantas, constatou-se que houve diferença estatisticamente significativa nas velocidades de 4,5; 5,0; 7,0 e 9,0 km h^{-1} , sendo que a velocidade de 3 km h^{-1} não apresentou diferença (tabela 25).

À respeito do fator velocidade, verificou-se que houve diferença significativa entre os tratamentos conforme descrito na Tabela 25, sendo que na velocidade de 5,0 km h^{-1} em conjunto com o martelete 1 foi o tratamento que apresentou a maior população inicial de plantas. No martelete 2 também foi constatada diferença estatisticamente significativa entre as velocidades, sendo que a velocidade de 3,0 km h^{-1} foi a que apresentou maior população de plantas não diferindo, porém, das velocidades de 5,0 e 7,0 km h^{-1} . Estes resultados discordam daqueles obtidos por Garcia et al. (2006) que, estudando a influência da velocidade de deslocamento na semeadura de milho, variando de 3,0 a 9,0 km h^{-1} , em quatro

condições, verificaram que a população pode ser mantida mesmo com o incremento da velocidade. Fey et al. (2000) e Mahl et al. (2004) constataram decréscimo da população com a elevação da velocidade, concordando com os dados obtidos na Tabela 25.

Para a variável estande final de plantas, constatou-se que não houve diferença estatisticamente significativa entre os marteletes. Para o martelete 1, as velocidades 3,0; 4,5 e 5,0 km h⁻¹ apresentaram valores superiores em relação aos demais tratamentos. Para o martelete 2 a velocidade 5,0 km h⁻¹ apresentou o maior valor para o estande final de plantas. Silva et al (2000) verificaram que o estande final de plantas de milho foi maior nas velocidades de 3,0 km h⁻¹ e 6,0 km h⁻¹ e menor na de 11,2 km h⁻¹. Observaram também que as maiores quedas no estande final de plantas de milho foram proporcionadas pelas velocidades superiores a 6 km h⁻¹, chegando a 28,6% na 11,2 km h⁻¹.

Pode-se constatar na Tabela 25 que entre os tratamentos, a variável índice de sobrevivência não apresentou diferença estatística, sendo que a porcentagem de perda de plantas foi mínima em todos os tratamentos. Mahl (2006) também não verificou diferença estatística para esta variável.

6.13 Massa de mil grãos

A Tabela 26 apresenta os resultados obtidos para a massa de mil grãos da cultura do milho.

Tabela 26. Massa de mil grãos (g), de acordo com os fatores marteletes e velocidades (km h⁻¹)

Marteleto	Velocidade					Média
	3,0	4,5	5,0	7,0	9,0	
M1	329,14	329,40	329,68	329,28	329,51	329,40
M2	328,98	329,74	329,88	329,43	329,38	329,48
Média	329,06	329,57	329,78	329,35	329,44	

Médias seguidas de mesma letra não diferem ao nível de 5% de probabilidade. CV1 = 0,53% e CV 2= 0,60%.

Para a variável massa de mil grãos não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas nos tratamentos estudados, corroborando os resultados obtidos por Silva et al. (2000), que constataram que a massa de mil grãos não foi influenciada pela velocidade de operação. Garcia et al. (2006) verificaram que a variável peso de mil grãos não apresentou diferença significativa em todas as áreas onde o experimento foi instalado; sendo as médias de 0,458; 0,376; 0,427 e 0,382 kg nas quatro propriedades.

6.14 Teste de coloração rápida (tintura de iodo) e germinação

As Tabelas 27 e 28 apresentam os resultados de danos mecânicos causados às sementes, durante a passagem pelos mecanismos dosadores da semeadora-adubadora e as porcentagens de plântula normal, anormal e semente morta, respectivamente.

Tabela 27. Teste de coloração rápida (%), de acordo com os fatores marteletes e velocidades (km h^{-1})

Martetele	Velocidade					Média
	3,0	4,5	5,0	7,0	9,0	
M1	2,50 a	3,50 Aa	0,50 Bc	2,75 a	2,25 b	2,30
M2	2,25 b	1,00 Bc	3,50 Aa	3,00 a	2,00 b	2,35
Média	2,37	2,25	2,00	2,87	2,12	

Médias seguidas de mesma letra não diferem ao nível de 5% de probabilidade. CV1 = 3,32% e CV 2= 2,78%.

Entre os marteletes 1 e 2 somente foram encontradas diferenças significativas para as velocidades 4,0 e 5,0 km h^{-1} . Em relação às velocidades, o martelete 1 apresentou maiores porcentagens de danos mecânicos para os tratamentos com 3,0; 4,0 e 7,0 km h^{-1} e para o martelete 2 as velocidades que apresentaram destaque foram 5,0 e 7,0 km h^{-1} . Estes resultados discordam daqueles obtidos por Silva et al. (2000), que constataram que as sementes de milho distribuídas com mecanismo dosador de disco horizontal perfurado não são sensivelmente danificadas pelo aumento da velocidade de operação da semeadora-adubadora. Mahl (2002) também não constatou efeito significativo da velocidade de

deslocamento sobre a ocorrência de danos nas sementes, corroborando os dados obtidos por Dambrós (1998).

Tabela 28. Teste de germinação (%), de acordo com os fatores marteletes e velocidades (km h^{-1})

Plântula normal						
Martetele	Velocidade					Média
	3,0	4,5	5,0	7,0	9,0	
M1	95,00 Bc	96,50 Ab	97,50 Aa	84,50 Bd	82,5 Ae	91,20
M2	97,00 Aa	83,00 Bd	92,00 Bc	95,00 Ab	81,5 Be	89,7
Média	96,00	89,75	94,75	89,75	82,00	
CV1 = 7,4% e CV2 = 6,98%.						
Plântula anormal						
Martetele	Velocidade					Média
	3,0	4,5	5,0	7,0	9,0	
M1	2,50 d	2,50 Ad	1,50 Bc	13,50 Ab	15,50 Ba	7,10
M2	3,00 d	15,00 Ba	7,00 Ab	4,00 Bc	3,00 Ad	6,40
Média	2,75	8,5	4,25	8,75	9,25	
CV1 = 9,65% e CV2 = 8,45%.						
Semente morta						
Martetele	Velocidade					Média
	3,0	4,5	5,0	7,0	9,0	
M1	2,50 Aa	1,00 Bc	1,00 c	2,00 Ab	2,00 b	1,70
M2	0,00 Bc	2,00 Aa	1,00 b	1,00 Bb	2,00 a	1,20
Média	1,25	1,50	1,00	1,50	2,00	
CV1 = 1,85% e CV2 = 2,03%.						

Médias seguidas de mesma letra não diferem ao nível de 5% de probabilidade.

Os resultados apresentados na Tabela 28 mostram que ocorreram diferenças estatisticamente significativas entre ambos os marteletes para a variável plântula normal, não permitindo, porém, uma discussão mais profunda sobre o tema, devido à forma como as diferenças se manifestaram. Em relação às velocidades, constatou-se que para o martelete 1, a velocidade que apresentou melhor resultado de plântula normal foi a de

5 km h⁻¹ e para o martelete 2, foi a de 3,0 km h⁻¹. Este efeito pode estar relacionado com o número de dentes de cada martelete analisado.

Observando-se os resultados obtidos para a porcentagem de plântulas anormais, também contidos na Tabela 28, pode-se observar uma tendência do martelete 1 apresentar maiores valores desta variável para as velocidades mais altas e, o martelete 2, para as velocidades intermediárias.

Quanto aos resultados obtidos para a porcentagem de sementes mortas, embora se possa constatar a presença de diferenças estatisticamente significativas entre os valores, não é possível estabelecer nenhum tipo relação e/ou influência dos tipos de marteletes e velocidades estudadas sobre o comportamento deste parâmetro.

Silva et al. (2000) verificaram diferença estatística entre as médias, para os percentuais de danos visuais, de plântulas normais e anormais e de sementes mortas. Também constataram redução média de 1,7 pontos no percentual de plântulas normais, em relação à média de quatro amostras de sementes que não passaram pela máquina, indicando que o mecanismo dosador de sementes, utilizado na semeadora-adubadora, é adequado para o milho. Resultados semelhantes foram obtidos por Butierres (1980) na soja, Mantovani et al. (1992) e Kurachi et al. (1993) no milho, e Silva et al. (1998) no arroz em estudos relacionados com a velocidade de operação. Por outro lado estes resultados discordam de Oliveira et al. (2000), que constataram diferença entre os valores encontrados no teste de germinação e de vigor para as sementes nas velocidades de 5,0 e 7,0 km h⁻¹ em relação às sementes do depósito (sementes que não passaram pelo mecanismo dosador), porém essa diferença não foi significativa.

6.15 Produtividade

A Tabela 29 apresenta os resultados da produtividade da cultura do milho.

Tabela 29. Produtividade (kg), de acordo com os fatores marteletes e velocidades (km h⁻¹)

Martetele	Velocidade					Média
	3,0	4,5	5,0	7,0	9,0	
M1	9679 Bc	9724 Bb	9812 Ba	9426 Bd	9415 Ad	9611
M2	9776 Ab	9790 Ab	9997 Aa	9524 Ac	9312 Bd	9680
Média	9727	9757	9905	9475	9364	

Médias seguidas de mesma letra não diferem ao nível de 5% de probabilidade. CV1 = 3,62% e CV 2= 2,43%.

Analisando-se os resultados apresentados na Tabela 29, constata-se que, entre os marteletes 1 e 2, foram encontradas diferenças estatisticamente significativas para todas as velocidades sendo que o martelete 2 foi o que apresentou melhores valores de produtividades de grãos para todas as velocidades, exceto para a de 9,0 km h⁻¹. Para ambos os marteletes, a velocidade 5,0 km h⁻¹ foi a que mais se destacou, apresentando diferença estatisticamente significativa em relação às demais velocidades estudadas.

O efeito da velocidade de deslocamento influenciou a produtividade de grãos no presente trabalho, discordando de Mahl (2002, 2006) e KLEIN et al. (2002), que não encontraram diferenças para o rendimento de grãos por hectare em função do aumento na velocidade de semeadura. Porém Silva et al (2000) constataram que a produtividade do milho diferiu significativamente de acordo com a velocidade de operação e com a profundidade de adubação. As velocidades 3,0 km h⁻¹ e 6,0 km h⁻¹ proporcionaram produções superiores à verificada em 9,0 e 11,2 km h⁻¹ e, Furlani et al. (1999), trabalhando com um híbrido e velocidades do conjunto trator-semeadora-adubadora de 3 e 5 km h⁻¹, encontraram o maior valor de produtividade para a menor velocidade estudada.

7 CONCLUSÕES

- Foi constatado o efeito da velocidade de deslocamento nas variáveis: consumo horário e operacional de combustível, capacidade de campo efetiva, distribuição longitudinal de plantas, número médio de dias para emergência de plântulas, altura de plantas, altura de inserção da primeira espiga, estande inicial, final de plantas, danificação mecânica e produtividade.

- O aumento da velocidade de deslocamento diminui a profundidade de deposição de semente e do sulco de semeadura.

- O tempo para a emergência de plântulas é maior para as maiores profundidades de deposição de sementes. Não se verificou influência dos marteletes neste parâmetro.

- Diferentes velocidades e marteletes não alteram o índice de sobrevivência de plantas.

- Entre as velocidades estudadas, a de 5,0 km h⁻¹ foi a que apresentou a maior produtividade.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRIANUAL 2006: Anuário da Agricultura Brasileira. São Paulo: FNP, 2005. 504 p.

AGRIANUAL 2007: Anuário da Agricultura Brasileira. São Paulo: FNP, 2006. 516 p.

AGRIANUAL 2008: Anuário da Agricultura Brasileira. São Paulo: FNP, 2007. 502 p.

ALONÇO, A. dos S.; FERREIRA, O. O. Incorporação profunda de fertilizantes e calcário: sua influência na produção de milho (*Zea Mays* L.) sob stress hídrico e sobre algumas propriedades físicas e químicas de um solo de cerrado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 20., 1991, Londrina. **Anais...** Londrina: SBEA, 1992. p. 1206-1225.

AMERICAN SOCIETY OF AGRICULTURAL ENGINEERS. **ASAE standards**: standards engineering practices data. 43th ed. Niles Road, 1996. 414 p.

AMERICAN SOCIETY OF AGRICULTURAL ENGINEERS. Terminology for soil-engaging components for conservation tillage planters, drills and seeders. In: _____. **ASAE Standards 1996**: standards engineering practices data. St. Joseph, 1996. p. 309-14.

ARGENTA, G. et al. Resposta de híbridos simples de milho à redução do espaçamento entre linhas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 36, n. 1, p. 71-8, 2001.

_____. Mobilização de solo e emergência de plantas na semeadura direta de soja (*Glycine Max* L.) e milho (*Zea mays* L.) em solos argilosos. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 19, n. 2, p. 226-37, 1999.

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

BARBER, S. A. Fertilizer rate and placement effects on nutrient uptake by soybeans. In: WORD SOYBEAN RESEARCH CONFERENCE, 3., Ames, 1984. **Proceedings...** Boulder: Westview, 1985. p. 1007-1115.

BRANQUINHO, K. B. et al. Desempenho de uma semeadora-adubadora direta, em função da Velocidade de deslocamento e do tipo de manejo da biomassa da Cultura de cobertura do solo. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 24, n. 2, p. 374-380, 2004.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília, DF, 1992. 365 p.

BUTIERRES, E. **Análise da uniformidade de espaçamento e danificação na distribuição mecânica de sementes de soja (*Glycine max* (L.) merrill)**. 1980. 70 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Rural)-Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 1980.

BUTIERRES, E.; CARO, S. M. Análise da uniformidade de espaçamento e danificação mecânica na distribuição de sementes de soja (*Glycine max* (L.) Merrill). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 11., 1981, Brasília, DF. **Anais...** Brasília, DF: SBEA, 1983. v. 3, p. 1161-1168.

CASÃO JÚNIOR, R. Desempenho das semeadoras adubadoras MPS1600 e EMPS1000 Imasa em solos argilosos. Londrina: Instituto Agronômico do Paraná, 2000. 44 p. (Circular técnica, n. 111).

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, DF, v. 35, n. 3, p. 523-32, 2000.

CARVALHO, N. M. **Vigor de sementes**. In: SEMANA DE ATUALIZAÇÃO EM PRODUÇÃO DE SEMENTES, 1., 1986, Piracicaba. **Anais...** Campinas: Fundação Cargill, 1986. p. 207-223.

CASTRO, O. M. **Avaliação de sistemas de manejo do solo**. In: SILVEIRA, G. M. **Ciclo de estudos sobre mecanização agrícola**. Jundiaí: Fundação Cargill, 1990. p. 35-38.

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

CORRÊA, S. et al. **Anuário brasileiro do milho 2004**. Santa Cruz do Sul: Gazeta Santa Cruz, 2004. 136 p.

CRUZ, I. **O milho em destaque**. In: CORRÊA, S. et al. **Anuário brasileiro do milho 2004**. Santa Cruz do Sul: Gazeta Santa Cruz, 2004. p. 6-8.

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

DAMBRÓS, R. M. **Avaliação do desempenho de semeadoras-adubadoras de milho com diferentes mecanismos dosadores**. 1998. 86 f. Dissertação (Mestrado em Máquinas Agrícolas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1998.

DELAFOSSÉ, R. M. **Máquinas sembradoras de grano grueso**. Santiago: Oficina Regional de La FAO para America Latina y el Caribe, 1986. 48 p.

DENARDIN, J. E.; KOCHHANN, R. A. Requisitos para a implantação e manutenção do sistema. In: _____. **Plantio direto no Brasil**. Passo Fundo: Aldeia Norte, 1993. p. 19-28.

DIAS, M. C. L.; BARROS, A. S. R. **Avaliação da qualidade de sementes de milho**. Londrina: Instituto Agrônômico do Paraná, 1995. 43 p. (Circular técnica, n. 88).

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

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Serviço nacional de levantamento e conservação do solo**: manual de métodos de análise de solo. Rio de Janeiro, 1979. s.p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília, DF, 1999. 412 p.

FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. Fisiologia da produção e aspectos básicos de manejo para alto rendimento. In: SANDINI, I. E.; FANCELLI, A. L. **Milho**: estratégias de manejo para região Sul. Guarapuava: Fundação Agrária de Pesquisa Agropecuária, 2000. 209 p.

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

FAGANELLO, A.; SATTler, A.; PORTELLA, J.A. Eficiência de semeadoras na emergência de plântulas de milho (*Zea mays* L.) sob sistema plantio direto. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 27., 1998, Poços de Caldas. **Anais...** Poços de Caldas: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 1998. p. 229-31.

FEDERAÇÃO BRASILEIRA DE PLANTIO DIRETO NA PALHA. **Brasil**: expansão da área cultivada em plantio direto de 1992-1993 a 2006-2007: safra verão/ safrinha/ inverno. Ponta Grossa, 2005. Disponível em:
<<http://www.febrapdp.org.br/br%20evolucao%20pd%2093-04.htm>>. Acesso em: 14 set. 2008.

FEY, E.; SANTOS, S. R.; FEY, A. Influência da velocidade de semeadura sobre a produtividade de milho (*Zea mays* L.). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 29., 2000, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 2000. 1 CD-ROM.

FURLANI, C. E. A. et al. Características da cultura do milho (*Zea mays* L.) em função do tipo de preparo do solo e da velocidade de semeadura. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 19, n. 2, p. 177-86, 1999.

_____. Influência da compactação do solo na emergência das plântulas de milho (*Zea mays* L.) a diferentes profundidades de semeadura. **Engenharia na Agricultura**, Viçosa, v. 9, n. 3, p. 147-153, 2001.

_____. Desempenho operacional de semeadora-adubadora em diferentes manejos da cobertura e da velocidade. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 27, n. 2, p. 456-462, 2007.

GARCIA, L. C. et al. Influência da velocidade de deslocamento na semeadura do milho. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 26, n. 2, p. 520-527, 2006.

GUPTA, S. C.; SCHENEIDER, E. C.; SWAN, J. B. **Planting depth and tillage interactions on corn emergence. Soil. Science Society of America Journal**, Madison, v. 52, n. 4, p. 1122-27, 1988.

JASPER, R. et al. Distribuição longitudinal e germinação de sementes de milho com emprego de tratamento fitossanitário e grafite. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 26, n. 1, p. 284-291, jan./abr. 2006.

JONES, J. N. et al. The no-tillage system for corn (*Zea mays* L.). **Agronomy Journal**, Madison, v. 60, p. 17-20, 1968.

JUSTINO, A.; WEIRICH NETO, P. H.; SANTOS, S. R. Análise da distribuição de sementes do conjunto de sete híbridos de milho (*Zea mays* L.) e sete discos horizontais perfurados. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 27., 1998, Poços de Caldas. **Anais...** Poços de Caldas: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 1998. p. 286-288.

KEPNER, R. A.; BAINER, R.; BARGER, E. L. **Principles of farm machinery**. 3rd ed. Westport: Avi Publishing Co., 1982. 527 p.

KLEIN, V. A. et al. Efeito da velocidade na semeadura direta de soja. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 22, n. 1, p.75-82, jan. 2002.

KURACHI, S. A. H. et al. Avaliação tecnológica de semeadoras e/ou adubadoras: tratamento de dados de ensaio e regularidade de distribuição longitudinal de sementes. **Bragantia**, Campinas, v. 48, n. 2, p. 249-262, 1989.

KURACHI, S. A. H. et al. **Avaliação tecnológica**: resultados de ensaios de mecanismos dosadores de sementes de semeadoras-adubadoras de precisão. Campinas: Instituto Agrônomo de Campinas, 1993. 47 p. (Boletim científico, 28).

LAFLEN, J. M.; AMEMIYA, A.; HINTZ, E. A. Measuring crop residue cover. **Journal of soil and Conservation**, Fairmont, v. 36, n. 6, p. 341-3, 1981.

LEVIEN, R.; MARQUES, J. P.; BENEZ, S.H. Desempenho de uma semeadora-adubadora de precisão, em semeadura de milho (*Zea mays* L.), sob diferentes formas de manejo do solo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 28., 1999, Pelotas. **Anais...** Pelotas: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 1999. 1 CD-ROM.

LIU, W. et al. Response of corn grain yield to spatial and temporal variability in emergence. **Crop Science**, Madison, v. 44, n. 3, p. 847-54, 2004.

MAHL, D. **Desempenho de semeadoras-adubadoras de milho (*Zea mays* L.) em sistema de plantio direto**. 2002. 160p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Energia na Agricultura)-Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2002.

_____. **Desempenho operacional de semeadora em função de mecanismos de corte, velocidade e solos, no sistema plantio direto do milho**. 2006. 147 f. Tese (Doutorado em Agronomia/Energia na Agricultura)-Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2006.

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

MAHL, D. et al. Demanda energética e eficiência da distribuição de sementes de milho sob variação de velocidade e condição de solo. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 24, n. 1, p. 150-157, 2004.

MAHL, D. et al. Influência do aumento da velocidade na operação de semeadura da cultura do tremoço em sistema plantio direto. In: CONGRESO ARGENTINO DE INGENIERÍA RURAL, 8., 2005, Villa de Merlo. **Anais...** San Luiz, 2005. 1 CD-ROM.

MANTOVANI, E. C.; BERTAUX, S. **Avaliação do desempenho de semeadoras-adubadoras de milho (*Zea mays* L.) no campo.** Sete Lagoas: EMBRAPA, CNPMS; ABIMAQ; SINDIMAQ, 1990. 49 p.

MANTOVANI, E. C.; BERTAUX, S.; ROCHA, F. E. C. Avaliação da eficiência operacional de diferentes semeadoras-adubadoras de milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 27, n. 12, p. 1579-86, 1992.

MANTOVANI, E. C. et al. Desempenho de dois sistemas distribuidores de sementes utilizados em semeadoras de milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 34, n. 1, p. 93-8, 1999.

MARCOS FILHO, J.; CICERO, S. M.; SILVA, W. R. **Avaliação da qualidade das sementes.** Piracicaba: ESALQ, Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, 1987. 230 p.

MARQUES, J. P.; BENEZ, S. H.; PONTES, J. R. V. Formação de cobertura morta do solo em plantio direto: efeito residual do manejo da vegetação espontânea e da escarificação do solo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 28., 1999, Pelotas. **Trabalhos publicados...** Pelotas: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 1999. 1 CD-ROM.

MARQUES, J. P. **Efeito dos sistemas de manejo do solo e da cobertura de entressafra na cultura da soja (*Glycine max* L.).** 2002. 224 f. Tese (Doutorado em Agronomia/Energia na Agricultura)-Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2002.

MELLO FILHO, G. A.; RICHETTI, A. Aspectos socioeconômicos da cultura do milho. In: MILHO: informações técnicas. Dourados, MS: EMBRAPA-CPAO. Documentos, 15, 1997, v., p. 13-38.

MELLO, L.M.M.; PINTO, E.R.; YANO, E.H. **Distribuição de sementes e produtividade de grãos da cultura do milho (*Zea mays* L.) em função da velocidade de semeadura e tipos de dosadores.** *Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, v.23, n.3, p.563-7, 2003.

MELLO, A. J. R. et al. 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...** Campinas: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 2004. 1 CD-ROM.

MELLO, A. J. R et al. Produtividade de híbridos de milho em função da velocidade de semeadura. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 27, n. 2, p. 479-486, maio/ago. 2007.

MIALHE, L. G. **Manual de mecanização agrícola**. São Paulo: Ceres, 1974. 310 p.

MOHSEIN, N. N. **Physical properties of plant and animal materials**. New York: Gordon and Breach, 1974. 734 p.

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

OLIVEIRA, A. C. et al. Desempenho de uma semeadora-adubadora para plantio direto, em dois solos com diferentes tipos de cobertura vegetal. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 35, n. 7, p. 1455-1463, 2000.

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

PACHECO, E. P.; et al. Avaliação de uma semeadora-adubadora de precisão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 31, n. 3, p. 209-214, 1996.

POSSAMAI, J. M.; SOUZA, C. M.; GALVÃO, J. C. C. Sistemas de preparo de solo para o cultivo do milho safrinha. **Bragantia**, Campinas, v. 60, n. 2, p. 79-82, 2001.

PRADO, R. M. et al. Semente de milho sob compressão do solo e profundidades de semeadura: Influência no índice de velocidade de emergência. **Scientia Agrária**, Curitiba, v. 2, n. 1, p. 45-9, 2001.

RAIJ, B. van. et al. **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais**. Campinas: Instituto Agrônomo, 2001. 285 p.

RAZERA, L. F. **Efeito das danificações mecânicas causadas por semeadoras em sementes de soja (*Glycine Max L. merrill*)**. 1979. 67 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia)-Escola Superior Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1979.

REIS, A. V.; ALONÇO, A. S. Comparativo sobre a precisão funcional de vários mecanismos dosadores estudados no Brasil entre os anos de 1989 e 2000. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 30., 2001, Foz do Iguaçu. **Anais...** Foz do Iguaçu: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 2001. 1 CD-ROM.

RITCHIE, S. W.; HANWAY, J. J.; BENSON, G. O. Como a planta de milho se desenvolve. **Arquivo do Agrônomo**, São Paulo, n. 15, p. 1-20, set. 2003.

RIZZARDI, M. A.; BOLLER, W.; DALLOGLIO, R. Distribuição de plantas de milho, na linha de semeadura, e seus efeitos nos componentes de produção. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 29, n. 8, p. 1231-1236, 1994.

ROCHA, F.E. de C. et al. Avaliação de três mecanismos de distribuição de sementes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 33, n. 3, p. 331-337, 1998.

SALTON, J. C.; MIELNICZUK, J. Relações entre sistemas de preparo, temperatura e umidade de um Podzólico vermelho-escuro de Eldorado de Sul (RS). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 19, n. 2, p. 313-319, 1995.

SANTOS, S. R. et al. Distribuição de plantas de milho (*Zea mays* L.) em diferentes velocidades de semeadura. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 29., 2000, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 2000. 1 CD-ROM.

SAS INSTITUTE. **The SAS system-release 9.1**. Cary, 2002-2003. 1 CD-ROM.

SATTLER, A. **Controle automático de profundidade de semeadura**. 1992. 86 f. Dissertação (Mestrado em Máquinas Agrícolas)-Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1992.

SILVA, J. G. da. et al. Desempenho de semeadoras-adubadoras no estabelecimento da cultura do arroz de sequeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 33, n. 1, p. 63-70, 1998.

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

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

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

SIQUEIRA, R. et al. 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.

VIEIRA, L. B.; REIS, E. F. Máquinas para o plantio direto. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 22, n. 208, p. 43-48, 2001.

WEIRICH NETO, P. H. **Importância de atributos agronômicos para qualificação de semeadura do milho (*Zea mays* L.) no sistema plantio direto na Região dos Campos Gerais - PR.** 2004. 147 f. Tese (Doutorado em Água e Solo)-Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2004.