

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JULIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**DISTRIBUIÇÃO LONGITUDINAL E PRODUTIVIDADE DO
MILHO EM FUNÇÃO DA VELOCIDADE DE DESLOCAMENTO
E DA PROFUNDIDADE DE DEPOSIÇÃO DA SEMENTE**

Adilson José Rocha Mello

Engenheiro Agrônomo

JABOTICABAL - SÃO PAULO - BRASIL

2011

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JULIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**DISTRIBUIÇÃO LONGITUDINAL E PRODUTIVIDADE DO MILHO
EM FUNÇÃO DA VELOCIDADE DE DESLOCAMENTO E DA
PROFUNDIDADE DE DEPOSIÇÃO DA SEMENTE**

Adilson José Rocha Mello

Orientador: Prof. Dr. Carlos Eduardo Angeli Furlani

Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - Unesp, Câmpus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Doutor em Agronomia (Ciência do Solo).

JABOTICABAL - SÃO PAULO - BRASIL

Julho de 2011

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

ADILSON JOSÉ ROCHA MELLO - Filho de Admilson Luciano de Mello e Aidir Rocha Mello, nasceu em Ponta Porã - MS, no dia 08 de setembro de 1964. Coursou o 1º e o 2º graus em Ilha Solteira (SP). Formou-se Engenheiro Agrônomo, em 1987, pela Universidade Estadual Paulista - UNESP, Campus de Ilha Solteira. Em agosto de 2004 iniciou o curso de mestrado em Agronomia, vinculado ao Programa de Ciências do Solo da FCAV/UNESP - Jaboticabal, concluindo o curso em novembro de 2006. Em Agosto de 2007 iniciou o curso de doutorado em Agronomia vinculado ao Programa de Ciências do Solo da FCAV/UNESP - Jaboticabal, concluindo o curso em Julho de 2011.

À oportunidade do aprendizado constante

Aos velhos Cheray, Vó Di e Mandinha pelos empurrões ao estudo, quando queria jogar bola.

Á Sheilinha, Taninha, Juninho, Mariana, Gabriela, Diogo

Ao Thiago e Dani, pelo prazer e honra desse encontro

Agradeço

Mariana (*Jabiru mycteria*)

Sheila e Tânia

Homenageio

À Gabriela (“minha” *Antilophia galeata*)

Ao Diogo (“meu” *Lagothrix*)

À Dani

Ao Thi

À Mila

À Lu

À Lo

Ao Luquinha

Ao Ângelo, representante de uma comunidade inteira.

Á Vó Ela e Vô Crespo, pelo maior de todos os presentes.

Ao Paulo, da Anadir. Pensa num Homem Bom.

À partida de “Beti” que acabei de jogar com meus filhos.

Aos amigos, esses amigos. Todos eles.

À Vida e seu fluxo, contínuo e ininterrupto, e a todos os seres que fazem parte desse processo.

Dedico

AGRADECIMENTOS

À UNESP, Câmpus de Jaboticabal, pelo apoio logístico.

Ao Departamento de Engenharia Rural pela oportunidade, especialmente ao LAMMA (Laboratório de Máquinas e Mecanização Agrícola).

Ao Prof. Dr. Carlos Eduardo Angeli Furlani pela orientação e amizade.

Aos Profs. Drs. Afonso Lopes e Rouverson Pereira da Silva pela amizade, incentivos, exemplos de educadores e estímulos ao aprendizado durante o curso.

A todos os funcionários do Departamento de Engenharia Rural que contribuíram para a realização deste trabalho, especialmente ao Cido (Aparecido Alves) e ao Maranhão (Valdecir Aparício) que não mediram esforços e dicas na montagem, condução e coleta de dados deste trabalho.

À Miriam Rosângela Ignácio e Davi Aparecido Trevizolli, pela simpatia e assertividade como secretários.

Aos funcionários da Fazenda de Ensino, Pesquisa e Produção da FCAV de Jaboticabal, especialmente ao Edvaldo pelo apoio na montagem e condução do experimento.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (Fapesp).

Aos colegas do curso, Edinan Augusto Borsatto, Gustavo Naves dos Reis, Danilo César Checcio Grotta, José Maria do Nascimento, Anderson de Toledo, Rafael S. Bertonha, Fábio Cavichiolli, Aline e Anaira, pelo companheirismo, amizade e as muitas discussões dos resultados e da melhor maneira na obtenção dos dados.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS.....	viii
LISTA DE FIGURAS.....	x
LISTA DE EQUAÇÕES.....	xi
RESUMO.....	xii
SUMMARY.....	xiii
CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	1
1.1 Introdução.....	1
1.2 Revisão bibliografia.....	3
CAPÍTULO 2 - PRODUTIVIDADE DE MILHO (<i>Zea mays</i> L.) EM FUNÇÃO DA VELOCIDADE DE DESLOCAMENTO, PROFUNDIDADE DE SEMEADURA E DE DEPOSIÇÃO DO ADUBO.....	22
2.1 Introdução.....	24
2.2 Material e métodos.....	25
2.3 Resultados e discussão.....	31
2.4 Conclusões.....	38
CAPÍTULO 3 - DISTRIBUIÇÃO LONGITUDINAL E PRODUTIVIDADE DO MILHO (<i>Zea mays</i> L.) EM FUNÇÃO DA VELOCIDADE DE DESLOCAMENTO E DA PROFUNDIDADE DE DEPOSIÇÃO DA SEMENTE.....	39
3.1 Introdução.....	41
3.2 Material e Métodos.....	42
3.3 Resultados e discussão.....	52

3.4 Conclusões.....	62
CAPÍTULO 4 - DEMANDA ENERGÉTICA DO CONJUNTO TRATOR- SEMEADORA-ADUBADORA EM FUNÇÃO DA VELOCIDADE E PROFUNDIDADE DA SEMEADURA DO MILHO (<i>Zea mays</i> L.).....	63
4.1 Introdução.....	63
4.2 Material e métodos.....	65
4.3 Resultados e discussão.....	66
4.4 Conclusões.....	71
	74
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	75

LISTA DE TABELAS

Tabela	Página
CAPÍTULO 2	
1. Análise granulométrica simples do solo na camada de 0 a 20 cm.....	25
2. Cronograma de Atividades.....	29
3. Síntese da análise de variância e do teste de médias para número médio de dias para emergência de plantas (NMDE-I), altura de plantas (ALT PL-I), índice de espigas (IE-I), população inicial (POPI-I) e população final (POPF-I)	32
4. Síntese da análise de variância e do teste de médias para número de fileiras de grãos na espiga (NF-I), número de grãos na fileira (GR FIL-I), massa seca de mil grãos (1000 G-I), massa seca de grãos na espiga (GRÃOS-I) e produtividade (P-I).....	34
5. Desdobramento da produtividade (kg ha ⁻¹).....	34
6. Síntese da análise de variância e do teste de médias para número de fileiras de grãos na espiga (NF-II), número de grãos na fileira (GR FIL-II), massa seca de mil grãos (1000 G-II), massa seca de grãos na espiga (GRÃOS-II) e produtividade (P-II).....	36
7. Desdobramento da massa seca de grãos na espiga de milho (g).....	37
8. Síntese da análise de variância e do teste de médias para número médio de dias para emergência de plantas (NMDE-II), altura de plantas (ALT PL-II), índice de espigas (IE-II), população inicial (POPI-II) e população final (POPF-II).....	37
CAPÍTULO 3	
1. Análise granulométrica simples do solo na camada de 0 a 20 cm.....	42
2. Cronograma de atividades.....	46
3. Número médio de dias para emergência do milho (NMDE), distância entre o adubo e a semente (DIST-AD-SEM) e área entre adubo e	

semente (ÁREA).....	52
4. Desdobramento da área entre o adubo e a semente (cm ²).....	54
5. Altura de plantas (ALT-PL), altura de inserção da espiga (ALT-IESP) e diâmetro do colmo (COLMO).....	55
6. População inicial (POPI), população final (POPF) e sobrevivência de plantas (SOBR).....	56
7. Porcentagem de espaçamentos normais, duplos e falhos na semeadura.....	57
8. Desdobramento da porcentagem de espaçamentos normais na semeadura.....	58
9. Desdobramento da porcentagem de espaçamentos duplos na semeadura.....	58
10. Desdobramento da porcentagem de espaçamentos falhos na semeadura.....	59
11. Porcentagem de espaçamentos normais, duplos e falhos na colheita.....	59
12. Produtividade de grãos (PROD), massa de grãos na espiga (M-ESP) e índice de espigamento (I-ESP).....	61
13. Desdobramento do índice de espigamento (%).....	61

CAPÍTULO 4

1. Análise granulométrica simples do solo na camada de 0 a 20 cm.....	66
2. Força de Tração (FT), potência na barra de tração (P), força de pico (FP).....	71
3. Desdobramento da variável potência na barra de tração (kW).....	73
4. Consumo de combustível por área (CA), consumo de combustível por hora (CH) e capacidade de campo operacional (CCO).....	73

LISTA DE FIGURAS

Figura		Página
CAPÍTULO 2		
1.	Precipitação pluviométrica do ano de 2008. Departamento de Ciências Exatas da FCAV - UNESP, Jaboticabal.....	26
2.	Croqui da área experimental: V1 (5,3 km h ⁻¹), V2 (6,8 km h ⁻¹), V3 (9,2 km h ⁻¹), S1 (semeadura à 0,03 m), S2 (semeadura à 0,10 m), P1 (adubo à 0,05 m), P2 (adubo à 0,10 m) e B (blocos).....	27
CAPÍTULO 3		
1.	Precipitação pluviométrica (mm) durante o ciclo da cultura do milho na safra 2009/10. Departamento de Ciências Exatas da FCAV - UNESP, Jaboticabal.....	43
2.	Croqui da área experimental: V1 (Semeadura manual), V2 (4,5 km h ⁻¹), V3 (6,0 km h ⁻¹), V4 (7,5 km h ⁻¹), P1 (profundidade de semeadura de 0,05 m), P2 (profundidade de semeadura de 0,10 m) e B (blocos).....	44
3.	Detalhe da semeadora manual.....	45
4.	Corte transversal de um sulco de semeadura hipotético com a distância entre o adubo e a semente.....	48
5.	Corte transversal de um sulco de semeadura hipotético com a área entre a semente e o adubo (semi-circunferência).....	49
CAPÍTULO 4		
1.	Croqui da área experimental: V1 (4,5 km h ⁻¹), V2 (6,0 km h ⁻¹), V3 (7,5 km h ⁻¹), P1 (profundidade de semeadura de 0,05 m), P2 (profundidade de semeadura de 0,10 m) e B (blocos).....	67
2.	Trator e semeadora com o equipamento de medição de combustível, célula de carga e detalhes das sementes utilizadas.....	68

LISTA DE EQUAÇÕES

Equação	Página
CAPÍTULO 2	
1. Número médio de dias para emergência das plântulas.....	29
CAPÍTULO 3	
1. Número médio de dias para emergência das plântulas.....	49
CAPÍTULO 4	
1. Capacidade de campo operacional.....	69
2. Potência na barra de tração.....	70

DISTRIBUIÇÃO LONGITUDINAL E PRODUTIVIDADE DO MILHO EM FUNÇÃO DA VELOCIDADE DE DESLOCAMENTO E DA PROFUNDIDADE DE DEPOSIÇÃO DA SEMENTE

RESUMO - Realizar a semeadura em maior profundidade para se proporcionar melhores condições à germinação e emergência pode ser decisivo em momentos de condições climáticas adversas. Conduziu-se o presente trabalho na área experimental do Laboratório de Máquinas e Mecanização Agrícola da UNESP/Jaboticabal com o objetivo de avaliar a demanda energética do conjunto trator-semeadora-adubadora nas velocidades de 4,5; 6,0 e 7,5 km h⁻¹, mensurar a posição relativa entre adubo e sementes, quantificar a distribuição longitudinal de plantas logo após a semeadura e na colheita em função de quatro velocidades de semeadura, incluindo uma semeadura manual, com duas profundidades de deposição da semente. Os valores de falhas, na colheita, foram semelhantes para as três velocidades tratorizadas (4,5; 6,0 e 7,5 km h⁻¹), 31% em média, e maiores que a semeadura manual, que foi de 4%. Não houve efeito das profundidades de semeadura para produtividade de grãos. No entanto, observou-se o maior valor de produtividade para a semeadura manual. A capacidade de campo operacional foi 70% maior, de 1,19 para 2,02 ha h⁻¹, para a maior velocidade. A potência foi de 28,42 kW para 7,5 km h⁻¹, na profundidade de 0,05 m que não diferiu da potência requerida aos 0,10 m.

PALAVRAS-CHAVE: Desempenho operacional, profundidade de semeadura, semeadora-adubadora, semeadora, *Zea mays*.

LONGITUDINAL DISTRIBUTION OF CORN AND PRODUCTIVITY AS A FUNCTION OF THE SPEED OF DISLOCATION AND DEPTH OF SEED DEPOSITION

SUMMARY - To sow in greater depth to provide better conditions for germination and emergence can be decisive in times of adverse weather conditions. We conducted this study in the Laboratório de Máquinas e Mecanização Agrícola da UNESP/Jaboticabal in order to assess the energy demand of the tractor-seeder-fertilizer at speeds of 4.5, 6.0 and 7.5 km h⁻¹, measuring the relative position between fertilizer and seeds, measure the longitudinal distribution of plants immediately after planting and at harvest due to four seeding rates, including a manual seeding, with two depths of deposition of the seed. The fault values at harvest were similar for the three tractor-implement speeds (4.5, 6.0 and 7.5 km h⁻¹), 31% on average and higher than manual sowing, which was 4%. There was no effect of sowing depths for grain yield. However, we observed the highest value of productivity for manual seeding. The field operational capacity was 70% higher, from 1.19 ha to 2.02 h⁻¹ for the highest speed. The power was 28.42 kW to 7.5 km h⁻¹ at a depth of 0.05 m did not differ from that required power to 0.10 m.

KEYWORDS: Operational performance, sowing depth, planter, seeder, *Zea mays*.

CAPÍTULO 1 - CONSIDERAÇÕES GERAIS

1.1 Introdução

As opções de manejos da cultura do milho estão diretamente ligadas ao objetivo do empreendimento, se produção de grãos, milho verde, reforma de pastagens, de canaviais, pomares citrícolas ou silagem, dentre outras possibilidades. Segundo FORNASIERI FILHO (1992), o cultivar híbrido de milho deve ser selecionado de acordo com o objetivo da exploração e características edafoclimáticas inerentes à região.

Além dos objetivos do empreendimento, deve-se adequar a escolha do cultivar à fertilidade do solo e à recomendação de adubação específica para o nível de investimento desejado.

Na região de Jaboticabal, bem como todo o noroeste de São Paulo, ocorrem áreas com altitudes ao redor de 500 m, altas temperaturas, semeaduras tardias e de sequeiro, em sua maioria. Segundo FANCELLI & DOURADO NETO (2000), o aumento da temperatura, principalmente a noturna, além de incrementar o processo respiratório, contribui para a aceleração da acumulação de graus-dia, contribuindo para o encurtamento do ciclo da cultura, reduzindo o aparato fotossintético e a quantidade de radiação interceptada, bem como o potencial de produção. Daí, a importância da seleção do cultivar híbrido de milho.

A produtividade é função do número de plantas na colheita, com espigas viáveis. Portanto, devem-se priorizar opções de manejo, desde as operações com o conjunto trator-semeadora-adubadora, que viabilizem o número de plantas final planejado para determinado cultivar híbrido de milho com espaçamentos aceitáveis.

A semeadura, no espaçamento e profundidade recomendada, torna-se de fundamental importância para obtenção de bons níveis de produtividade.

Busca-se a melhor razão entre eficiência, velocidade e o custo da operação de semeadura. Um grande número de trabalhos demonstra que há grande variabilidade na eficiência desta operação, dependendo do sistema de manejo do solo e, dentro de um

mesmo sistema, para diferentes semeadoras-adubadoras e, especialmente, para a velocidade do conjunto trator-semeadora-adubadora.

O valor da variável velocidade, representando o limite superior em um determinado trabalho, aparece como limite inferior em outro. Os resultados de pesquisas são bastante divergentes. Geralmente se entende que o aumento da velocidade de avanço do conjunto motomecanizado prejudica uma ou mais das variáveis estudadas. Por outro lado, constata-se, também, o não efeito deste fator nos parâmetros avaliados.

A profundidade de deposição da semente e do adubo no solo, o número médio de dias para emergência da cultura e, especialmente, o arranjo longitudinal das sementes na fileira de semeadura, são os parâmetros mais avaliados.

Admitindo-se a influência da velocidade do conjunto trator-semeadora-adubadora na disposição da semente de milho na fileira de semeadura, supõe-se que o aumento da velocidade desse conjunto altere esses parâmetros.

Desta forma, no capítulo 2 do presente trabalho, consta a avaliação da produtividade do cultivar híbrido de milho DKB 390 em função da velocidade de avanço do conjunto trator-semeadora-adubadora, duas profundidades de semeadura e duas profundidades de deposição do adubo. O objetivo deste capítulo foi definir o fator a ser estudado com mais detalhes na distribuição longitudinal de plantas e produtividade da cultura do milho em função da velocidade de avanço do conjunto trator-semeadora-adubadora.

Dos resultados e discussão deste capítulo, realizou-se o estudo da produtividade do cultivar híbrido de milho BG 7049 e do arranjo longitudinal das plantas em função de duas profundidades de semeadura e quatro velocidades de avanço do conjunto trator-semeadora-adubadora, incluindo uma semeadura manual (capítulo 3).

No capítulo 4 consta a avaliação do conjunto trator-semeadora-adubadora na operação de semeadura do híbrido Biogene BG 7049 em função da velocidade de avanço do conjunto motomecanizado e profundidade de semeadura.

1.2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

1.2.1 Desempenho do conjunto trator-semeadora-adubadora

1.2.1.1 Demanda energética do conjunto trator-semeadora-adubadora

Segundo BOWMAN (1987) e FORD & HICKS (1992) a eficiência de mecanismos de distribuição de sementes em semeadoras pode ser analisada pelos critérios: profundidade de deposição das sementes, número de plântulas emergidas, espaçamento entre sementes, patinagem, força de tração exigida e potência consumida.

A capacidade operacional de determinado conjunto motomecanizado deve objetivar a maior produtividade da cultura com o menor consumo de energia.

O desempenho de semeadoras-adubadoras pode ser influenciado pelos resíduos culturais sobre o solo em áreas com semeadura direta. Neste sistema, a utilização de hastes sulcadoras para distribuição de adubo pode minimizar possíveis zonas de compactação. Nesse sentido, CEPIK et al. (2010) verificaram que a demanda de tração nas hastes sulcadoras foi afetada pela variação da profundidade, na operação de semeadura, utilizando-se três e cinco linhas de semeadura.

Com o aumento da profundidade de deposição de sementes de 1,97 cm para 2,68 cm, o requerimento de força na barra de tração aumentou de 3,78 kN para 5,51 kN, para uma semeadora de 14 linhas de sementes miúdas, de fluxo contínuo, na semeadura da aveia preta (*Avena strigosa* L.) em experimento conduzido em um LATOSSOLO VERMELHO Distroférico (SILVEIRA et al., 2005b).

BONINI et al. (2008) avaliando atributos físicos e requerimento de potência de uma semeadora-adubadora em um LATOSSOLO sob estado de compactação, encontraram um aumento da força de tração por linha da semeadora-adubadora nas duas culturas estudadas, soja e milho.

GROTTA et al. (2009) utilizando duas culturas de cobertura (mucuna-preta e crotalária), três manejos dessas coberturas, sendo dois mecânicos (tritador de palhas

e rolo-faca) e um químico (pulverização com herbicida), realizados 120 dias após a semeadura das culturas de cobertura e três profundidades da haste de deposição do adubo (0,11; 0,14 e 0,17 m), concluíram que a força na barra de tração foi menor para as profundidades de 0,11 e 0,14 m da haste sulcadora de adubo, o mesmo ocorrendo para força de pico, potência na barra de tração e consumo volumétrico. Na mesma linha PALMA et al. (2010) concluíram que com o aumento da profundidade de trabalho da haste sulcadora, em semeadoras-adubadoras de semeadura direta de milho em solos compactados, causou aumento no consumo de combustível, no índice de patinagem e no esforço de tração dos tratores agrícolas.

A força de tração para semeadoras varia em função do tipo de solo, leito de semeadura e número de linhas. Para solos argilosos, os valores variam de 1,1 a 2,0 kN por fileira de semeadura da máquina (ASAE, 1996). LEVIEN et al. (1999) encontraram valores de força de tração de 3,24 a 3,64 kN por fileira de semeadura, não diferindo significativamente entre o preparo convencional do solo, escarificação e semeadura direta. Os mesmos autores encontraram ainda que a necessidade de potência na barra para a operação de semeadura, no sistema de preparo convencional do solo, foi de 19,9 kW.

CHAPLIN et al. (1988) relataram que um conjunto trator-semeadora-adubadora, com 4 linhas de semeadura, necessitou de 1,9 kN de força de tração, 5,1 kW de potência na barra, 6,8 L ha⁻¹ de consumo de óleo diesel que resultou em 2,9 ha h⁻¹ de capacidade de campo teórica e 1,7 kWh ha⁻¹ de consumo de energia, na operação de semeadura em solo com preparo convencional.

FURLANI et al. (2004a) não encontraram diferença significativa para a força de tração em função das velocidades, e seu valor ficou em 12,16 kN para a maior velocidade. Os diferentes preparos do solo não influenciaram a potência e a força na barra de tração. Ainda em função das velocidades, não houve diferença para o consumo por área e específico, sendo 5,60 L ha⁻¹ e 501,25 g kW h⁻¹ os valores para 8,6 km h⁻¹. No entanto, o consumo horário aumentou com o aumento da velocidade, 17,29 L h⁻¹.

A semeadura, em preparo convencional, proporcionou maior capacidade de campo efetiva ($2,71 \text{ ha h}^{-1}$), menor consumo horário ($14,55 \text{ Lh}^{-1}$) e menor consumo por área ($5,39 \text{ Lha}^{-1}$), quando se comparou com a escarificação, sem diferir significativamente da semeadura direta. No entanto, para o consumo específico, a semeadura em preparo convencional proporcionou valor intermediário de $491,35 \text{ g kW h}^{-1}$ que não diferiu da maior exigência em preparo com escarificador e menor exigência na semeadura direta. Os autores avaliaram o desempenho operacional de uma semeadora-adubadora de precisão, marca Marchesan (modelo Cop Suprema), equipada com 4 linhas espaçadas de 0,90 m e sulcador de adubo tipo haste (facão), na implantação da cultura do milho em um LATOSSOLO VERMELHO ESCURO Eutrófico, A moderado, textura argilosa em função da combinação de três sistemas de preparo do solo e duas velocidades de avanço do conjunto motomecanizado, 6,3 e $8,6 \text{ km h}^{-1}$.

BORSATTO (2005) verificou que a velocidade de semeadura e a capacidade de campo efetiva não foram influenciadas pelos sistemas de preparo do solo. Em solo com preparo convencional proporcionou $6,1 \text{ km h}^{-1}$, que não diferiu significativamente no plantio direto e escarificação. No entanto, a velocidade foi maior ($6,3 \text{ km h}^{-1}$) quando a semeadora esteve equipada com 4 linhas espaçadas de 0,90 m, comparada com as 7 linhas de 0,45 m ($5,8 \text{ km h}^{-1}$). O espaçamento de 0,90 m proporcionou o menor consumo horário ($12,9 \text{ Lh}^{-1}$) e o menor consumo por área ($5,66 \text{ Lha}^{-1}$). Encontrou, ainda, que a semeadura em preparo convencional proporcionou 14 kN de força e 23,7 kW de potência na barra de tração que não diferiram dos demais preparos. O consumo específico na operação de semeadura não variou em função dos preparos ou dos espaçamentos, apresentando valor de 500 g kW h^{-1} no preparo convencional e 459 g kW h^{-1} para o espaçamento de 0,90 m. O consumo horário e consumo por área para semeadura em preparo convencional foram de $13,83 \text{ Lh}^{-1}$ e de $6,80 \text{ Lha}^{-1}$, valores que não diferiram do maior consumo proporcionado na escarificação ($15,05 \text{ Lh}^{-1}$ e $7,77 \text{ Lha}^{-1}$) e do menor consumo no plantio direto ($13,35 \text{ Lh}^{-1}$ e $6,62 \text{ Lha}^{-1}$). O autor trabalhou com uma semeadora-adubadora de precisão, equipada com 4 linhas espaçadas de 0,90m e com 7 linhas espaçadas de 0,45 m, sulcador de adubo tipo haste (facão), com um trator 4X2 TDA de 73,6 kW (100 cv) de potência no motor num solo LATOSSOLO

VERMELHO Eutroférico típico, relevo suave ondulado. Levou em consideração dois espaçamentos na implantação da cultura do milho em diferentes preparos do solo.

FURLANI et al. (2005) trabalhando com o mesmo trator e semeadora de BORSATTO (2005) encontraram que, a exigência de força de tração na barra não sofreu influência dos tratamentos obtendo valor médio de 13,4 kN para semeadura em três sistemas de preparo do solo. Houve interação significativa entre os fatores para a potência na barra. Nas duas primeiras marchas, menores velocidades, não se observou influência do preparo do solo, no entanto, para a quarta reduzida alta, maior velocidade, o preparo convencional exigiu maior potência (32,4 kW) em relação ao solo escarificado, que apresentou maiores índices de patinagem (12,2 %) e menor velocidade (7,0 km h⁻¹). No preparo convencional em função das três velocidades, os valores de patinagem variaram de 3,3 a 4,1% e não diferiram significativamente, com um coeficiente de variação de 30,6%. O consumo horário de combustível aumentou com o aumento da velocidade de avanço do conjunto, enquanto os consumos por área e específico não foram influenciados. No entanto, os consumos por área, consumo horário e específico foram menores no preparo convencional, 5,5 L ha⁻¹; 14,5 L h⁻¹; 457 g kW h⁻¹, respectivamente, que não diferiram do sistema de semeadura direta.

O valor da variável velocidade de semeadura para o sistema de preparo convencional (uma aração e duas gradagens niveladoras) e plantio direto (semeadura em solo não preparado), de 7,4 km h⁻¹, foi significativamente maior que a velocidade resultante do preparo reduzido (escarificador combinado com disco de corte e rolo destorroador), 7,0 km h⁻¹. Os autores estudaram o desempenho deste conjunto motomecanizado em diferentes preparos do solo, em terceira reduzida alta, quarta reduzida baixa e quarta reduzida alta que resultaram nas velocidades de 6,3; 6,9 e 8,4 km h⁻¹, respectivamente, valores menores que as velocidades teóricas para essas marchas, sem carga (GROTTA, 2003).

De acordo com HARRIGAN e ROTZ (1994), a força de tração na operação de semeadura não é função da velocidade de deslocamento. No entanto, SIQUEIRA et al. (2001), avaliando quatro semeadoras-adubadoras na operação de semeadura direta de soja, detectaram aumento significativo no requerimento de força de tração, potência

média e máxima na barra de tração, quando se aumentou a velocidade de deslocamento de 4,7 para 8,3 km h⁻¹. O mesmo ocorrendo com SILVEIRA et al. (2005), o aumento da velocidade de deslocamento de 5,24 km h⁻¹ para 7,09 km h⁻¹, provocou acréscimo de 6,90% no requerimento de força de tração na barra.

MAHL et al. (2004) também observaram aumento da força de tração na barra, para a maior velocidade testada. Avaliaram a demanda energética de uma semeadora-adubadora marca Marchesan, modelo PST2, equipada com 6 unidades de semeadura e mecanismos sulcadores para adubo e sementes do tipo discos duplos defasados, tracionada por um trator com 88,3 kW (120 cv) de potência no motor, em NITOSSOLO VERMELHO Distrófico na semeadura de um cultivar híbrido de milho, triplo (CO 32).

FURLANI et al. (2010) constataram que a a força de tração foi influenciada pela marcha e pela potência exigida e o consumo de combustível foi influenciado apenas pela marcha do trator. O consumo de energia foi maior com o aumento da velocidade, ocasionada pela mudança de marcha. Verifica-se que esses dados de consumo de combustível estão de acordo com MAHL et al. (2004) e FURLANI et al. (2008).

Estudos realizados em LATOSSOLO VERMELHO Distrófico por BORTOLLOTO et al. (2005) mostraram que tanto a força de tração quanto as demandas de potências média e máxima foram influenciadas pelo tipo de cobertura de solo e pela velocidade de deslocamento. MERCANTE et al. (2005), ao estudarem duas semeadoras, notaram que a velocidade de deslocamento quando passa de 5,20 para 8,45 km h⁻¹, somente a potência na barra aumenta significativamente.

FURLANI et al., (2007) avaliando o desempenho de uma semeadora-adubadora no sistema plantio direto com três manejos das culturas de cobertura: triturador de palhas (palha totalmente triturada), roçadora (palha parcialmente picada) e rolo-facas (palha acamada), combinados com três velocidades do conjunto trator-semeadora-adubadora, sendo 4,0; 5,0 e 6,0 km h⁻¹, encontraram que o desempenho da semeadora-adubadora não foi influenciado pelos três manejos na cultura de cobertura vegetal. O aumento da velocidade provocou diminuição da força de tração, sendo o inverso para a capacidade de campo operacional e a potência na barra. O consumo horário de combustível aumentou com a velocidade, enquanto o operacional diminuiu.

Aumento da capacidade de campo efetiva com o aumento da velocidade, sem prejudicar a produtividade na cultura da soja, foi o encontrado por BRANQUINHO et al. (2004). Avaliaram o desempenho de uma semeadora-adubadora marca Semeato TD 200 de arrasto com sulcadores de discos duplos para sementes e fertilizantes, operando em duas velocidades (5,2 e 7,3 km h⁻¹) sobre a palhada da cultura do milheto (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Brown), após diferentes manejos, na semeadura direta da soja, sobre um LATOSSOLO VERMELHO Eutroférico típico, textura muito argilosa, A moderado, caulínítico vítreo. Resultados que concordam com KLEIN et al. (2002).

REIS et al. (2007a), na semeadura de crotalária, verificaram que os consumos horários apresentam aumento proporcional ao aumento da velocidade, o que concorda com RUSSINI et al., (2010). Já o consumo específico e por área diminuiu com o aumento de velocidade.

RUSSINI et al. (2010) verificaram que a força demandada na barra de tração aumentou conforme o aumento da velocidade de deslocamento (4, 5, 6 e 7 km h⁻¹), porém até um determinado momento em que o equipamento tende a flutuar sobre o solo diminuindo a força de tração.

Em REIS et al. (2007b) constata-se que a Força de Tração média de 13,6 kN não variou com o aumento da velocidade (4,0; 6,1 e 6,5 km h⁻¹).

O consumo de combustível de diversos tratores, na operação de semeadura, foi estudado durante quatro anos por CORDEIRO et al. (1988), o valor médio encontrado para um trator de potência no motor de 82,4 kW (110 cv) foi de 8,5 L h⁻¹. LEVIEN et al. (1999) obtiveram valores de 13,0; 12,9 e 12,3 L h⁻¹ de óleo diesel para semeadura em NITOSSOLO VERMELHO Distrófico, preparado pelo método convencional, reduzido (escarificação) e semeadura direta, respectivamente. OLIVEIRA (1997) detectou que o aumento da velocidade provocou aumento significativo do consumo de combustível, o qual não foi influenciado por diferentes coberturas vegetais do solo, e, que a demanda de potência foi maior em solo ARGISSOLO em relação ao LATOSSOLO.

FURLANI et al. (2004a), avaliaram o desempenho de campo de uma semeadora-adubadora de arrasto marca Marchesan, de precisão, modelo PST2 equipada com 6 linhas espaçadas de 550 mm, sulcadores do tipo haste escarificadora em NITOSSOLO

VERMELHO Distrófico Latossólico em função do preparo do solo na semeadura da cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). Os valores de força de tração média na barra (13,0 kN), pico de força na barra de tração (16,1 kN) e consumo horário de combustível (11,4 Lh⁻¹), no preparado convencional (aração e gradagens), foram inferiores aos resultados proporcionados no preparo com escarificador e não diferiram na semeadura direta. Já o consumo de combustível por área, em preparo convencional continuou com valor intermediário (7,6 Lha⁻¹), inferior ao preparo com escarificador (9,3 Lha⁻¹) e superior à semeadura direta (7,1 Lha⁻¹).

O preparo convencional apresentou capacidade operacional intermediária (1,50 ha h⁻¹), inferior à semeadura direta (1,55 ha h⁻¹) e superior ao preparo com escarificador (1,40 ha h⁻¹). A maior capacidade operacional, na semeadura direta (1,55 ha h⁻¹), ocorreu com o menor deslizamento dos rodados do trator (6,2%). Nos solos preparados, houve menor capacidade operacional e maiores deslizamentos dos rodados motrizes. O preparo convencional resultou em valores intermediários de capacidade operacional (1,50 ha h⁻¹) e de deslizamento (9,4%).

MARQUES et al. (1999), avaliando, em NITOSSOLO, a implantação da cultura do milho em sistemas de preparo de solo convencional e semeadura direta sob quatro métodos de manejo de vegetação espontânea, observaram que os tratamentos em semeadura direta não diferiram entre si quanto à capacidade de campo teórica, consumo de combustível, força de tração e potência na barra.

FURLANI et al. (2002) avaliaram o desempenho operacional de campo de uma semeadora-adubadora de fluxo contínuo, de arrasto, marca Semeato, modelo TD-300, com 15 linhas espaçadas de 200 mm, com disco de corte de resíduos de 356 mm (14") de diâmetro colocado à frente de cada linha de semeadura em solo muito argiloso, classificado como NITOSSOLO VERMELHO Distrófico Latossólico em função do preparo do solo combinado com coberturas do solo no inverno. Utilizaram um trator com potência de 88,3 kW (120 cv) no motor. O preparo convencional exigiu a menor força de tração média (7,13 kN), a menor potência na barra de tração (11,3 kW), o menor consumo horário de combustível (13,6 Lh⁻¹), proporcionou a maior velocidade de deslocamento do conjunto motomecanizado (5,7 kmh⁻¹) e a maior capacidade de campo

efetiva ($1,7 \text{ ha h}^{-1}$) quando comparado ao preparo com escarificador. No entanto, esses valores não diferiram significativamente dos valores obtidos na semeadura direta. O grau de consolidação da camada superficial do solo influenciou a força de tração exigida pela semeadora-adubadora. Tratamentos com camada superficial não mobilizada (semeadura direta) ou mobilizada, mas reconsolidada por preparo secundário (preparo convencional) tiveram menor exigência de força de tração pela semeadora-adubadora.

1.2.1.2 Distribuição longitudinal das sementes na fileira de semeadura, profundidade de semeadura (semente e adubo), estande inicial e população de plantas

Além dos aspectos energéticos envolvidos no processo da semeadura, este se reveste de grande importância pelo momento da colocação da semente no solo e a precisão requerida nesta operação. Normalmente, realiza-se a adubação de plantio como operação conjugada. Desta forma, a quantidade e profundidade da semente e do adubo, bem como a posição relativa entre ambos, definem a população inicial e o arranjo entre as plantas na fileira de semeadura.

De acordo com SILVA et al. (2008), um dos fatores a serem considerados em uma operação de semeadura é a profundidade de deposição das sementes, que pode afetar sua germinação, sendo condicionada pela temperatura, teor de água e tipo de solo, dentre outros fatores. A semente deve ser depositada a uma profundidade que permita um adequado contato com o solo úmido, resultando em elevado percentual de emergência.

O sucesso no desenvolvimento de uma cultura, bem como sua produtividade, depende, em parte, do ambiente do solo em torno da semente na ocasião da semeadura. Os principais fatores físicos desse ambiente, temperatura, umidade e aeração são diretamente influenciados pelas condições encontradas no leito de semeadura pelo tipo de solo e profundidade de semeadura (SILVA et al., 1993).

Segundo SILVEIRA et al. (2005a), a uniformidade de distribuição longitudinal de sementes é uma das características que mais contribuem para um estande adequado de plantas e para a melhoria da produtividade das culturas. RAMBO et al. (2003) e SCHAMNE et al. (2002) afirmam que o espaçamento equidistante de plantas resulta em menor competição intra-específica e aumenta seu rendimento.

Vários trabalhos têm demonstrado que o aumento da velocidade favorece um desarranjo nos espaçamentos das sementes. No entanto, SILVA et al., (2010) não encontraram diferenças na distribuição longitudinal de sementes quanto a espaçamentos duplos, aceitáveis e falhas com o aumento de velocidade do conjunto trator-semeadora-adubadora na operação de semeadura direta.

Analisando a porcentagem de enchimentos do disco dosador da semeadora-adubadora, SANTOS et al. (2003b) constataram que com o aumento da velocidade de deslocamento de 5,0 para 9,0 km h⁻¹ ocorre menor enchimento do disco e, conseqüentemente, menor é o número de sementes distribuídas por metro. BRANQUINHO et al., (2004) observaram distribuição de sementes ao longo da fileira de semeadura de soja e concluíram que mais da metade das sementes foram depositadas com espaçamentos inadequados. Entretanto, os autores não observaram diferença na distribuição em função das velocidades estudadas (5,2 e 7,3 km h⁻¹). CAMILO et al., (2004) verificaram que as velocidades de (3,5; 5,0 e 6,0 km h⁻¹) não influenciaram a uniformidade de distribuição da semente, justificando que isso se deve ao fato de o mecanismo dosador estar mais próximo do solo, evitando o ricocheteio das sementes dentro do tubo condutor. Os autores concluíram que a semeadora nessas velocidades apresentou desempenho regular conforme a classificação proposta por TOURINO E KLIGENSTEINER (1983).

PACHECO et al. (1996) verificaram que o aumento da velocidade de avanço (5,0; 7,0 e 9,3 km h⁻¹) piorou significativamente o desempenho da semeadora estudada. Reduziu a média das porcentagens de enchimento dos alvéolos, aumentou as médias dos coeficientes de variação dos espaçamentos entre sementes e reduziu as médias das porcentagens de espaçamentos aceitáveis entre sementes, 83,67; 54,99 e 43,22% para as velocidades de 5,0; 7,0 e 9,3 km h⁻¹, respectivamente. Avaliaram a uniformidade

de distribuição longitudinal de sementes de uma semeadora-adubadora Magnum 2800, em laboratório, para sementes de milho híbrido (AG 303, peneira 22 curto, 8 sementes m^{-1}).

Em relação ao número de sementes por metro, FURLANI et al. (1999) encontraram um valor de estande significativamente maior para a velocidade de $3,0 \text{ kmh}^{-1}$, para todos os preparos do solo. A maior produtividade foi obtida com a velocidade de $3,0 \text{ kmh}^{-1}$ no preparo convencional. Estudaram parâmetros de desenvolvimento, estande final e produtividade da cultura do milho (Híbrido AGN 2012, Braskalb) sob duas velocidades do trator-semeadora-adubadora, Frankhauser 3 linhas ($3,0$ e $5,0 \text{ kmh}^{-1}$) e três preparos do solo (semeadura direta, escarificação e convencional) sobre um LATOSSOLO VERMELHO Distrófico, horizonte A moderado, textura argilosa e relevo plano.

A velocidade de $5,0 \text{ kmh}^{-1}$ aparece como limite inferior no primeiro trabalho (PACHECO et al., 1996), sendo assim, um valor considerado adequado para aquele estudo. No entanto, a mesma velocidade aparece como limite superior no segundo trabalho (FURLANI et al., 1999) e, portanto, causando pior desempenho da semeadora.

MAHL et al. (2002) observaram eficiência semelhante na distribuição de sementes de milho (CO 32) nas velocidades de $4,4$ e $6,1 \text{ kmh}^{-1}$ e, significativamente melhor que na velocidade de $8,1 \text{ kmh}^{-1}$. 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.

Segundo KURACHI et al. (1986) e TOURINO et al. (2002), estudos apontam à uniformidade de distribuição longitudinal de sementes como uma das características que mais contribuem para um estande adequado de plantas e, conseqüentemente, para a melhoria da produtividade da cultura. Entretanto, de acordo com FEY et al. (2000), o aumento da velocidade na operação de semeadura de milho, apesar de influenciar a uniformidade de distribuição longitudinal de plantas, não afetou a população e a produtividade de grãos.

MELLO et al., (2007) constataram que o aumento da velocidade na operação de semeadura reduziu a porcentagem de espaçamentos normais entre as sementes,

independente do híbrido estudado, concordando com os resultados encontrados por TOURINO et al. (2007), cujo aumento da velocidade reduziu a uniformidade de semeadura (duplos, aceitáveis e falhas) e aumentou a danificação mecânica das sementes (5,0; 6,5 e 8,0 km h⁻¹).

Um fator que permite o entendimento das variações no arranjo das sementes na fileira de semeadura, em função da velocidade na semeadura, é a porcentagem de enchimento dos alvéolos, tanto dos discos perfurados horizontais, como os de mecanismos dosadores pneumáticos. SANTOS et al. (2003a) constataram uma porcentagem de enchimento dos alvéolos de 100,92; 100,22 e 99,11% para as velocidades de 5,0; 6,0 e 7,0 km h⁻¹, respectivamente. Entretanto, não houve diferença entre a porcentagem de espaçamentos aceitáveis para as diferentes velocidades. A porcentagem de germinação das sementes não foi afetada significativamente com a passagem pelos discos nas diferentes velocidades. Avaliaram, dentre outras variáveis, a porcentagem de enchimento dos discos dosadores, a regularidade de distribuição longitudinal e germinação (após a passagem das sementes pelos mecanismos dosadores) das sementes de milho híbrido Cargill 855, peneira C2M, em laboratório para as velocidades de avanço simuladas de 5,0; 6,0 e 7,0 km h⁻¹.

CORTEZ et al. (2006) pesquisaram a velocidade de deslocamento mais adequada para um conjunto trator-semeadora, em função do tipo de mecanismo dosador, encontrando velocidades de até 8 km h⁻¹ e até 11 km h⁻¹ para os mecanismos mecânico e pneumático, respectivamente.

VIGNA et al. (2007) observaram que o aumento da velocidade de deslocamento interferiu na distribuição de sementes de soja e que a menor velocidade proporcionou distribuição de sementes mais próximas da dosagem desejada, para as velocidades de 6,0 km h⁻¹; 8,0 km h⁻¹ e 9,0 km h⁻¹.

Os resultados de estudos envolvendo velocidades na operação de semeadura são bastante divergentes.

O trabalho de ARAÚJO et al. (1999) é um exemplo da complexidade deste tema. Os autores avaliaram o desempenho de 4 semeadoras-adubadoras em solo argiloso na implantação da cultura da soja e do milho à 4,5 e 8,0 km h⁻¹. Os próprios autores

concluem que em virtude do número de fatores que influenciaram o desempenho dos sulcadores e da complexidade das interações entre eles, há necessidade de estudos mais específicos visando identificar os mecanismos de ação dos vários modelos de hastes e ponteiras, considerando ainda os efeitos da velocidade de operação.

Apenas uma das quatro semeadoras estudadas proporcionou menor profundidade de sulco com o aumento da velocidade. Na deposição da semente de soja, os valores variaram para as semeadoras, mas não com o aumento da velocidade, ainda assim, o número médio de dias para a emergência foi menor para a maior velocidade ($8,0 \text{ km h}^{-1}$), o que pode ter traduzido melhores condições de leito de semeadura. No caso da semeadura do milho, os valores de profundidade do sulco não variaram com o aumento da velocidade, no entanto, a semente de milho foi depositada mais superficial ($3,81 \text{ cm}$) para a maior velocidade ($8,0 \text{ km h}^{-1}$), quando comparada aos $4,5 \text{ cm}$ de profundidade proporcionada pela menor velocidade ($4,5 \text{ km h}^{-1}$).

MANTOVANI et al. (1992) avaliaram o desempenho operacional de 9 semeadoras para milho, utilizando o híbrido AG 303, peneira 22 curta, 5 plantas m^{-1} numa profundidade de 6 cm, em um LATOSSOLO VERMELHO. Os autores constataram que, no geral, as velocidades ensaiadas, independente do equipamento, não apresentaram efeito significativo sobre o estande inicial da cultura, exceto para duas máquinas, o mesmo ocorrendo para a distribuição de adubo e profundidade de semeadura.

Os autores concluíram que todas as semeadoras foram sensíveis ao aumento da velocidade de deslocamento quanto à uniformidade.

Ao se analisar os dados das diferentes semeadoras e a porcentagem de espaçamentos aceitáveis para as três velocidades, observam-se valores bastante variáveis para as semeadoras, mas nem tanto para as diferentes velocidades dentro de uma mesma semeadora (talvez significativos, pois não nos é apresentado um quadro de análise de variância), com exceção de duas semeadoras (JM2000 e JM2040). Um dado interessante é que, tanto a semeadora pneumática quanto a que utiliza o sistema de disco perfurado (gravitacional), pode apresentar a mesma precisão.

PORTELLA et al. (1998), estudaram a influência da velocidade sobre o desempenho de mecanismos dosadores de sementes, do tipo disco alveolado

horizontal, na semeadura de milho híbrido peneira 22M, num LATOSSOLO VERMELHO Distrófico. Os resultados demonstram que a faixa de velocidade, de 3,5 a 4,9 kmh⁻¹, proporcionou 74,14% de espaçamentos normais. É importante observar que não houve diferença estatística desta faixa de velocidade para a segunda, de 5,0 a 6,4 kmh⁻¹. Vale ressaltar que, estatisticamente, as faixas que vão de 5,0 a maiores de 8,0 kmh⁻¹ não diferiram, variando de 66,96 a 54,75% de espaçamentos normais. Desta forma, conforme TOURINO & KLINGENSTEINER (1983), desempenhos entre 50 e 75% são considerados regulares, estando abaixo do bom (75 a 90%) e do ótimo (90 a 100%).

A variação da velocidade de avanço pode alterar o arranjo das plantas na fileira de semeadura e não interferir na população de plantas. JUSTINO et al. (1998) estudaram 7 conjuntos de híbridos+disco dosador tipo alveolado horizontal, de 24 e 28 orifícios, sob 5 velocidades tangenciais, numa Semeato PS8 suspensa por cavaletes e acionada com um simulador de velocidades. Não encontraram danos mecânicos para os 7 conjuntos de híbridos+disco, discos de 24 e 28 furos e velocidades tangenciais. A população desejada, fator diretamente ligado à produtividade, não foi alcançada na maioria dos conjuntos e variou aleatoriamente com as velocidades tangenciais. No entanto, o fator velocidade foi o de maior influência para a distribuição longitudinal das sementes, sendo a menor velocidade melhor que as velocidades maiores. Exceção para um conjunto, onde o resultado ficou ligado ao número de furos dos discos testados. O disco de 24 furos apresentou melhor resultado para a menor velocidade, enquanto que para o disco de 28 orifícios, as duas velocidades extremas foram mais interessantes. Quanto aos discos estudados, o disco de 24 furos mostrou-se mais interessante que o disco de 28 furos.

FAGANELLO et al. (1998) avaliaram o índice e velocidade de emergência do híbrido de milho AG9014 em cinco semeadoras, com e sem rodas compactadoras, em duas velocidades de avanço, em um LATOSSOLO VERMELHO Distrófico. Observaram que as velocidades de 3,5 e 7,0 kmh⁻¹ e o uso ou não de rodas compactadoras não interferiram na velocidade de emergência e no índice de velocidade de emergência de plântulas de milho, que só foram influenciadas pelo tipo de semeadora. Não

encontraram diferença significativa nos valores de profundidades de semeadura e no estado de plântulas de milho para os tratamentos estudados.

LOPES et al. (2001) não observaram diferenças significativas na emergência de plântulas do milho Braskalb AGN 2012, profundidade de semeadura e produtividade de grãos, tanto para velocidades como para os sistemas de preparo do solo. O estudo abrangeu três sistemas de preparo do solo (plantio direto, escarificador e convencional) e velocidades de semeadura (3,0 e 5,0 km h⁻¹), em um LATOSSOLO VERMELHO Distrófico, A moderado, textura argilosa, relevo plano, de um conjunto trator-semeadora-adubadora Fankhauser de três linhas e mecanismo dosador de sementes composto por disco perfurado horizontal.

RINALDI et al. (2007) verificaram que a velocidade de deslocamento do conjunto trator-semeadora-adubadora não influenciou na profundidade de semeadura, obtendo 4,24; 4,03 e 3,89 cm para as velocidades de 3,5; 5,0 e 6,0 km h⁻¹, respectivamente.

OLIVEIRA et al. (2000) observaram que o número de sementes ha⁻¹, o estado final, a profundidade de semeadura e a porcentagem de espaçamentos aceitáveis não diferiram estatisticamente quando se aumentou a velocidade do conjunto trator-semeadora-adubadora, de 5,0 para 7,0 km h⁻¹. Estudaram o desempenho de uma semeadora-adubadora Vence Tudo, modelo AS 13500, com três linhas de semeadura de milho, dosadores de sementes tipo disco horizontal perfurado, na semeadura do híbrido BR 201, peneira 20 longo, no espaçamento de 0,90 m com 6,3 sementes m⁻¹, aproximadamente 70.000 plantas ha⁻¹, em um LATOSSOLO VERMELHO.

BOLIGON et al. (2007) avaliaram a densidade populacional do milho em função da velocidade de deslocamento do conjunto moto mecanizado de semeadora-adubadora, profundidade de deposição de sementes e fertilizantes e emergência de plântulas, de outubro de 2003 a fevereiro de 2004. Utilizaram uma semeadora com mecanismo pneumático de distribuição de sementes e sulcadores de discos duplos desencontrados para sementes e adubos (S1) e outra semeadora com quatro linhas, mecanismo distribuidor disco horizontal perfurado e sulcadores para adubo tipo haste. Utilizaram-se três marchas do trator na rotação de 1900 rpm, correspondentes aproximadamente às velocidades de 3,0, 4,5 e 7,0 km h⁻¹. Não encontraram diferença

estatística entre os tratamentos, a população de plantas não foi influenciada pela velocidade de deslocamento nem pelo tipo de semeadora.

Trabalhos que envolvem velocidades de avanço na operação de semeadura podem variar com o tipo de semente e cobertura do solo e, ainda assim, os resultados serem aleatórios. CASÃO JÚNIOR et al. (2000) avaliaram uma semeadora-adubadora Magnum 2850 PD na semeadura da variedade BR 37 de soja e do Híbrido de milho AG 122, peneira 22, nas velocidades de 4,5 e 8,0 km h⁻¹. Encontraram o menor valor de densidade de semeadura (população) da soja para a maior velocidade estudada. Por outro lado, este menor valor de população de plantas (433,2 mil sementes ha⁻¹) esteve mais próximo do estimado pela regulagem (434,2 mil sementes ha⁻¹). No caso do milho, não houve diferença do número de sementes por metro ou do estande (plantas m⁻¹) para as duas velocidades. Mesmo para a variável profundidade de semeadura, tanto para soja quanto para o milho, seus valores não diferiram para as duas velocidades. Quanto à profundidade do sulco para deposição do adubo, o aumento de velocidade diminuiu a profundidade quando a operação de semeadura se deu sobre a cobertura vegetal morta de trigo e de soja, em um solo NITOSSOLO. Não ocorrendo diferença para esta variável nas parcelas com palhada de trigo e milheto rolado, em NITOSSOLO e LATOSSOLO VERMELHO FÉRRICO, respectivamente.

O adequado desenvolvimento de uma cultura implantada no sistema de plantio direto está diretamente relacionado com o desempenho da semeadora-adubadora no que se refere ao eficiente corte dos restos vegetais, abertura do sulco, colocação da semente e do adubo em profundidades apropriadas, e em contato com o solo (EMBRAPA, 1994).

JUSTINO (1998) avaliando a semeadura de milho, verificou que o aumento da velocidade de deslocamento (cinco níveis entre 4,9 e 7,8 km h⁻¹) não interferiu na profundidade de semeadura e não alterou o funcionamento do mecanismo de corte e de abertura de sulco. Por outro lado, AMADO et al. (2005) trabalhando com velocidades de deslocamento de 7, 8 e 9 km h⁻¹ em solo franco arenoso na semeadura de milho, utilizando sulcadores de discos duplos verificaram que na

maior velocidade ocorreu maior profundidade de semeadura e, no entanto, CASÃO JÚNIOR et al. (2000) avaliando uma semeadora-adubadora equipada com haste sulcadora em solo argiloso, observaram uma tendência de redução da profundidade do sulco com o aumento da velocidade de 4,5 para 8,0 km h⁻¹.

MAHL et al. (2003) avaliando velocidades de deslocamento de 5,5; 7,9 e 10,1 km h⁻¹, e discos de corte da cobertura do solo do tipo liso, ondulado e recortado, verificou que o uso de diferentes discos de corte da vegetação não interferiu na profundidade do sulco e de deposição das sementes. No entanto, constatou que no solo argiloso na menor velocidade de deslocamento houve maior profundidade de deposição de sementes.

ARATANI et al. (2004) verificaram que o excesso de resíduos vegetais durante a semeadura trás implicações negativas em decorrência do ineficiente corte dos restos vegetais pelo disco cortador de palha, acarretando em excesso de embuchamentos, cobrimento das sementes de forma não satisfatória, características que afetam a distribuição das sementes e conseqüentemente o estande final da cultura. No entanto, ALVAREZ et al. (2007) verificaram que a uniformidade de distribuição longitudinal de sementes apresentou comportamentos semelhantes independentemente do tipo das plantas de cobertura e do tipo das semeadoras-adubadoras.

Em se tratando de coberturas do solo, segundo MODOLO et al. (2010), a integração lavoura-pecuária pode ser definida como sendo o sistema que integra duas atividades visando maximizar racionalmente o uso da terra, da infra-estrutura e da mão-de-obra, minimizar custos e agregar valores aos produtos agropecuários. Verificaram que diferentes alturas remanescentes de pastagens influenciaram significativamente a profundidade de deposição de sementes e a altura inicial de plantas de milho.

REIS et. al. (2003), encontraram maior profundidade de deposição das sementes no mecanismo sulcador tipo disco duplo e atribuíram este comportamento ao formato do disco, o qual confere maior estabilidade às paredes do sulco, fazendo com que as sementes caiam em maior profundidade.

Talvez a cultura estudada possa absorver variações nos valores de determinados parâmetros e igualar os resultados de produtividade. É o que se pode

inferir do trabalho realizado por RIZZARD et al. (1994). Os autores concluíram que a variação na distribuição das plantas na linha de semeadura não alterou o rendimento de grãos e seus componentes, independente do espaçamento entre linhas (0,7 e 0,9 m). O milho foi capaz de compensar espaços deixados pela desuniformidade longitudinal da semeadura, desde que mantida a mesma população de plantas. O estudo foi realizado num ARGISSOLO VERMELHO Distrófico, unidade de mapeamento Passo Fundo, com um híbrido de milho precoce Pioneer 3230 e população, ajustada por desbaste, para 65 mil plantas ha⁻¹. O arranjo se constituiu de 1; 1 e 2; 1, 2 e 3; 2 e, por último, 3 plantas por cova.

1.2.2 Desenvolvimento de plantas de milho (*Zea mays* L.) e velocidade de avanço na semeadura

Vários trabalhos têm utilizado parâmetros de desenvolvimento da cultura de milho para avaliar diversos fatores, como velocidade de avanço do conjunto trator-semeadora-adubadora, manejo do solo ou tipos de dosadores.

TOLEDO et al. (2010) avaliando diversos híbridos na produção de biomassa para silagem em função de velocidade de semeadura, encontraram que os híbridos necessitaram em média, cinco dias para emergência, estande inicial de aproximadamente dez plantas por metro e produtividade média de 18,3 Mg ha⁻¹. Apenas o híbrido BM 2202 apresentou produtividade inferior (13,8 Mg ha⁻¹) para a velocidade intermediária. Para os demais híbridos, a velocidade não influenciou a produtividade. As características de desenvolvimento da cultura não foram alteradas pelas velocidades de semeadura e somente a altura da planta diferiu em função dos híbridos utilizados. Avaliaram os híbridos BM 2202, BM 3061 e BRS 3003 semeados nas velocidades de 3, 5 e 7 km h⁻¹.

O aumento de população ou de plantas na linha de semeadura pode proporcionar plantas de milho com colmos mais finos (FORNASIERI FILHO, 1992) visto que aumenta a competição especialmente por luz, podendo torná-las com altura maior

do que a média. Nesse sentido, STIPP et al. (2003) verificaram que o aumento da população causou diminuição no diâmetro do colmo. Verificou-se também uma tendência de redução do diâmetro do colmo com o aumento do espaçamento entre fileiras para cada população estudada.

FURLANI et al. (1999) encontraram que os valores de altura e diâmetro do colmo das plantas de milho, aos 90 dias após a semeadura, não apresentaram diferença significativa para as diferentes velocidades de avanço. No entanto, dentro das velocidades, o preparo convencional e o escarificador apresentaram os maiores valores de altura das plantas. O preparo convencional apresentou o maior valor de diâmetro do colmo, aos 90 dias, na velocidade de $3,0 \text{ km h}^{-1}$, sendo que para $5,0 \text{ km h}^{-1}$, foi maior que a semeadura direta e não diferiu do preparo com escarificador. BORSATTO et al. (2004) verificaram que a altura de inserção de espiga e diâmetro do colmo foram sensíveis ao sistema de preparo do solo e que o sistema de preparo reduzido do solo apresentou menor resistência à penetração, promovendo melhores condições de desenvolvimento à planta de milho e aumento de produtividade.

SALGADO et al. (1983) não encontraram diferenças significativas de crescimento da cultura do milho para estudos envolvendo grade aradora, niveladora e arado de aivecas, apesar da maior produtividade proporcionada por este último. SOUZA et al. (1996) verificaram que a gradagem realizada 15 a 30 dias antes da semeadura do milho reduziu o seu desenvolvimento vegetativo, avaliado quanto à altura da planta, índice de espigas, massa de 1.000 grãos e o rendimento de grãos em relação à gradagem no dia da semeadura.

Em relação à velocidade de avanço, KLEIN et al. (2002) estudando os componentes de produção (peso de 100 grãos, número de vagens por planta, número de grãos por vagem) e o próprio rendimento de grãos, não encontraram diferenças para velocidades de avanço crescentes na semeadura da soja.

Quando se aborda a semeadura do milho, nem sempre a menor velocidade do conjunto trator-semeadora-adubadora é sinônimo de maior produtividade.

SILVA et al. (2000) encontraram que a produtividade obtida para $3,0 \text{ km h}^{-1}$, teoricamente a melhor velocidade, não diferiu para as velocidades de $9,0$ e $11,2 \text{ km h}^{-1}$.

Eles avaliaram o desempenho de uma semeadora-adubadora (Semeato PAR-2800) provida de um dosador de sementes de disco horizontal perfurado e de quatro linhas de semeadura de milho (F-5013), nas velocidades de 3,0; 6,0; 9,0 e 11,2 km h⁻¹ e em duas profundidades de adubação (5 e 10 cm), num LATOSSOLO VERMELHO Eutrófico com plantio direto há 12 anos, regulada para 5,9 sementes m⁻¹. O número de sementes m⁻¹ diminuiu com o aumento da velocidade. A velocidade de avanço ou a profundidade de deposição do adubo não interferiram na profundidade de semeadura. A porcentagem de espaçamentos aceitáveis foi significativamente superior para a velocidade de 3,0 km h⁻¹, seguida pela velocidade de 6,0 km h⁻¹. As velocidades de 9,0 e 11,2 km h⁻¹ proporcionaram menor porcentagem de espaçamentos normais e não diferiram entre si. Entretanto, devido à interação entre profundidades e velocidades, para a profundidade de 5 cm na deposição do adubo, a velocidade de 6,0 km h⁻¹ proporcionou a maior produtividade (6.244 kg ha⁻¹), que não diferiu da menor velocidade (3,0 km h⁻¹). Por outro lado, na profundidade de 10 cm, a velocidade de 11,2 km h⁻¹ proporcionou o maior rendimento (6.355 kg ha⁻¹), sem contudo diferir das velocidades de 6,0 e 9,0 km h⁻¹.

MELLO et al. (2007) encontraram que o aumento da velocidade do conjunto trator-semeadora-adubadora reduziu a produtividade de grãos para o híbrido simples e não interferiu na produtividade do híbrido duplo. Apenas na menor velocidade o híbrido simples apresentou maior produtividade de grãos quando comparado com o híbrido duplo.

Em relação a componentes de produção (massa de 100 grãos, número de vagens por planta, número de grãos por vagem) e o rendimento de grãos, KLEIN et al. (2002) não encontraram diferenças significativas entre tratamentos, concluindo que efetivamente velocidades maiores de semeadura podem ser utilizadas sem afetar a produtividade da cultura da soja. Mesmo para a variável que mediu o percentual de plântulas com espaçamento normal (27 dias após a semeadura), esta só foi afetada pela velocidade de 8,3 km h⁻¹ em apenas uma das linhas da semeadora. Os autores utilizaram a cultivar BR 66 em um LATOSSOLO VERMELHO pertencente a unidade de mapeamento "Passo Fundo" e uma semeadora-adubadora SHM 15 de 7 linhas, nas velocidades de 3,6; 4,6; 5,8; 7,6; 8,3 e 10,8 km h⁻¹.

CAPÍTULO 2 - PRODUTIVIDADE DE MILHO (*Zea mays* L.) EM FUNÇÃO DA VELOCIDADE DE DESLOCAMENTO, PROFUNDIDADE DE SEMEADURA E DE DEPOSIÇÃO DO ADUBO

RESUMO - Um dos fatores a serem considerados em uma operação de semeadura é a profundidade de deposição das sementes, que pode afetar a germinação, que é condicionada pela temperatura, teor de água e tipo de solo, dentre outros fatores. Desta forma, conduziu-se o estudo na área experimental do Laboratório de Máquinas e Mecanização Agrícola (LAMMA) da UNESP/Jaboticabal com o objetivo de se avaliar o desenvolvimento e os componentes de produção do híbrido simples de milho DKB 390 em função de 3 velocidades do conjunto trator-semeadora-adubadora (5,3; 6,8 e 9,2 km h⁻¹) em 2 profundidades de semeadura e 2 profundidades de deposição do adubo, totalizando 6 tratamentos com 4 repetições em um delineamento em blocos ao acaso em esquema fatorial 2 x 3, para semente (0,03 e 0,10 m) e adubo (0,10 e 0,15 m), mesmo esquema fatorial para cada um deles. Os resultados evidenciaram que o aumento de velocidade do conjunto trator-semeadora-adubadora reduziu a produtividade do híbrido simples de milho independente da profundidade de colocação do adubo, mas a mesma variou em função da profundidade da semeadura. Os valores de altura de plantas, do número médio de dias para emergência, do número de fileiras de grãos na espiga, do número de grãos na fileira, da massa seca de 1.000 grãos, da população inicial, da população final e da porcentagem de plantas com espigas, não variaram em função dos fatores estudados.

Palavras-chave: componentes da produção, desenvolvimento do milho, semeadora-adubadora.

PRODUCTIVITY OF CORN (*Zea mays* L.) AS A FUNCTION OF THE SPEED OF DISLOCATION, AND DEPTH OF SOWING DEPOSITION OF FERTILIZER

SUMMARY - One of the factors to be considered in a sowing operation is the depth of seed deposition, which can affect the germination, which is conditioned by temperature, moisture and soil type, among other factors. Thus, we conducted the study in the Laboratório de Máquinas e Mecanização Agrícola (LAMMA) da UNESP/Jaboticabal in order to evaluate the development and production components of the simple hybrid corn DKB 390 depending on speed 3 the tractor-planter (5.3, 6.8 and 9.2 km h⁻¹) in two depths of sowing and two depths of deposition of fertilizer, a total of six treatments with four replications in a randomized block design in a factorial 3 x 2, for seed (0.03 and 0.10 m) and fertilizer (0.10 and 0.15 m), the same factorial design for each of them. The results showed that increasing the speed of tractor-seeder-fertilizer reduced the productivity of single-cross hybrid corn regardless of depth of placement of fertilizer, but it varied depending on the depth of seeding. The values of plant height, the average number of days to emergence, the number of kernel rows on the cob, the number of grains in the row, the dry mass of 1000 grains, the initial population, population and the final percentage of plants tongued, not depended on the factors studied.

KEYWORDS: Components of production, development of the corn, planter.

2.1 INTRODUÇÃO

Um dos fatores a serem considerados em uma operação de semeadura é a profundidade de deposição das sementes. A semente deve ser depositada a uma profundidade que permita um adequado contato com o solo úmido, resultando em elevado percentual de emergência (SILVA et al., 2008)

Em avaliações de lavouras comerciais constatou-se profundidades de semeadura entre 0,04 e 0,05 m (WEIRICH NETO, 2004; WEIRICH NETO et al., 2007), valores que estão dentro do intervalo de 0,03 a 0,05 m, recomendados como ideais para solos argilosos (EMBRAPA, 1996; FANCELLI & DOURADO NETO, 2000).

Segundo SILVEIRA et al. (2005a), a uniformidade de distribuição longitudinal de sementes é uma das características que mais contribuem para um estande adequado de plantas e para a melhoria da produtividade das culturas e a velocidade de avanço na operação de semeadura pode causar um desarranjo longitudinal na fileira de semeadura (SANTOS et al., 2003b; TOURINO et al., 2007 e VIGNA et al., 2007) como também pode não causar desarranjo algum (CAMILO et al., 2004), podendo refletir negativamente na produtividade de grãos (MELLO et al., 2007; MELLO et al., 2003).

Além da profundidade de deposição da semente, a operação de semeadura engloba vários fatores, os quais são decisivos na implantação do processo produtivo agrícola. A velocidade também pode causar variações na profundidade de deposição do adubo, suficientes para prejudicar a germinação da semente, podendo se refletir negativamente nos índices de produtividades.

Realizou-se este trabalho com o objetivo de mensurar a produtividade de um híbrido de milho em função de 3 velocidades de avanço do conjunto trator-semeadora-adubadora em 2 profundidades de sementes e 2 profundidades de deposição do adubo, constituindo dois estudos distintos.

2.2 MATERIAL E MÉTODOS

2.2.1 Caracterização geral do experimento

O experimento foi conduzido na área experimental do Laboratório de Máquinas e Mecanização Agrícola (LAMMA) da UNESP/Jaboticabal, no Estado de São Paulo, localizada nas coordenadas geodésicas: Latitude 21°14'S e Longitude 48°16'W, com altitude média de 560 metros, declividade média de 0,04 m m⁻¹ e clima Cwa (subtropical), de acordo com a classificação de Köppen. O solo da área experimental foi classificado como LATOSSOLO VERMELHO Eutroférico, conforme o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (Embrapa, 1999), apresentando textura argilosa (Tabela 1).

De acordo com amostras retiradas segundo metodologia da EMBRAPA (1997), o teor de água na camada de 0 a 0,10 m foi de 18% e de 19% na camada de 0,11 a 0,20 m.

TABELA 1. Análise granulométrica simples do solo na camada de 0 a 20 cm.

Argila	Limo	Areia		Classe
		Fina	Grossa	
g Kg ⁻¹				
500	250	150	100	Argiloso

Na Figura 1 constam os dados pluviométricos do ano de 2008, quando foi implantado e conduzido o presente trabalho.

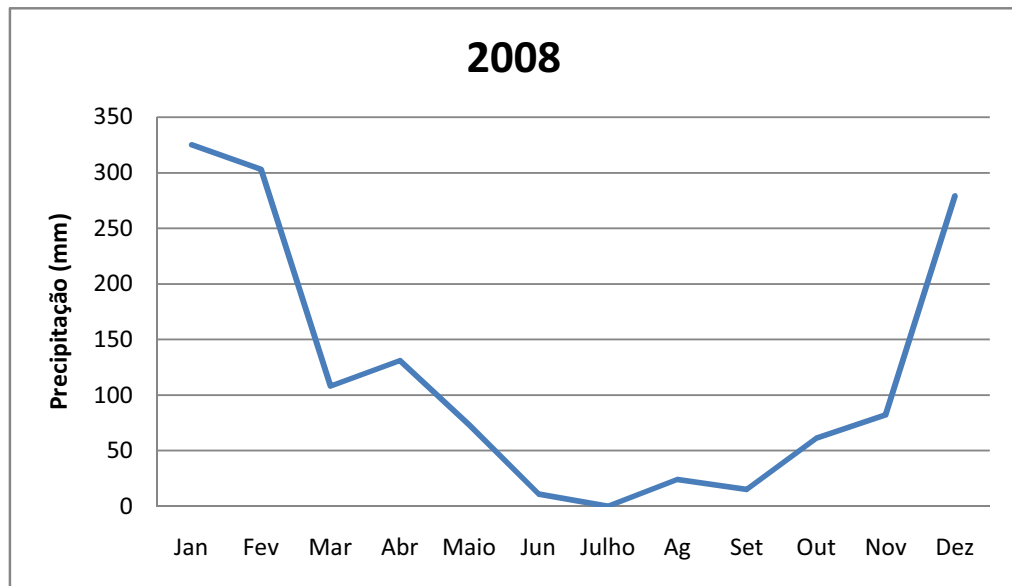


Figura 1. Precipitação pluviométrica do ano de 2008. Departamento de Ciências Exatas da FCAV – UNESP, Jaboticabal.

2.2.1.1 Delineamento experimental

Avaliou-se o desenvolvimento da cultura do milho (*Zea mays* L.) em função de três velocidades de avanço (5,3; 6,8 e 9,2 km h⁻¹) na operação de semeadura. O híbrido foi semeado com a regulagem de 5,7 sementes por metro às profundidades de 0,03 e 0,10 m, com o adubo colocado a 0,15 m, ao lado e abaixo da semente, com espaçamento entre linhas de 0,90 m. Para as avaliações de profundidade de deposição do adubo (0,10 e 0,15 m), as sementes foram semeadas à 0,05 m. Cada parcela se constituiu de 90 m² (3,6 x 25 m) e 15 m entre as mesmas, para manobras, que pode ser verificado na Figura 2. O delineamento experimental adotado foi o de blocos ao acaso em esquema fatorial 2 x 3 (duas profundidades de semeadura e três velocidades do conjunto trator-semeadora-adubadora), com quatro repetições. O mesmo sendo repetido para as 2 profundidades de deposição do adubo. Os dados referentes aos

parâmetros observados foram submetidos à análise de variância, sendo o teste de Tukey aplicado a 5% de probabilidade para comparação de médias, quando necessário, conforme PIMENTEL GOMES (1987).

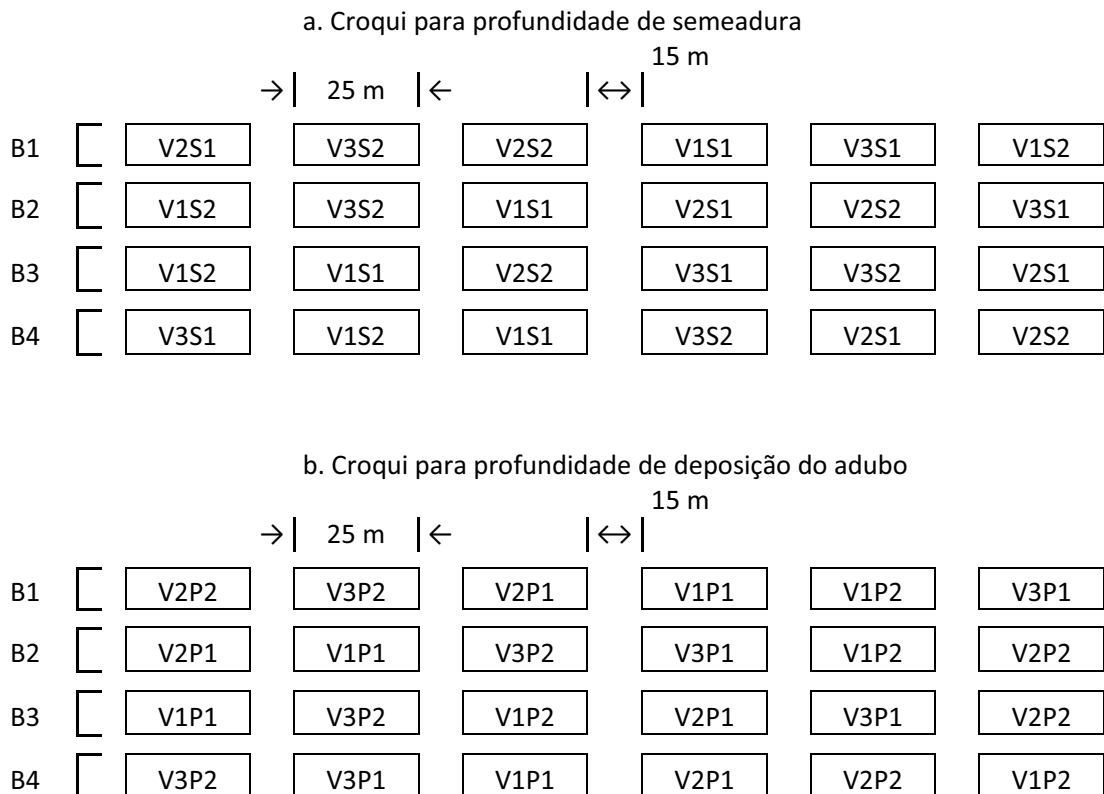


Figura 2. Croqui da área experimental: V1 ($5,3 \text{ km h}^{-1}$), V2 ($6,8 \text{ km h}^{-1}$), V3 ($9,2 \text{ km h}^{-1}$), S1 (semeadura à 0,03 m), S2 (semeadura à 0,10 m), P1 (adubo à 0,05 m), P2 (adubo à 0,10 m) e B (blocos).

2.2.1.2 Equipamentos agrícolas

O solo foi preparado de modo convencional com uma aração e duas gradagens niveladoras, utilizando-se arado reversível montado, com três discos de 660 mm (26")

de diâmetro e grade niveladora de arrasto com 32 discos lisos de 457 mm (18") de diâmetro. Na operação de semeadura foi utilizada semeadora-adubadora Marchesan, modelo COP-Suprema, com 4 linhas espaçadas de 0,90 m, com capacidade de adubo de 1.310 kg e de semente de 200 kg, largura útil de 3,6 m e sulcador de adubo tipo haste, sendo os depósitos mantidos à meia carga durante a instalação do experimento. Para acionar e tracionar a semeadora utilizou-se trator Valtra, modelo BM-100, 4x2 TDA com 73,6 kW (100 cv) de potência no motor a 2.300 rpm.

2.2.1.3 Insumos agrícolas, implantação e condução da cultura

Utilizou-se o cultivar híbrido simples de milho (DKB 390), de ciclo precoce (870 unidade de grau dia - GDU), grão semi-duro amarelo-alaranjado, peneira chata 22 média (C2M). A semeadura foi realizada em 18/01/2008, com 300 kg ha⁻¹ da fórmula 08-28-16 (N-P-K), nas velocidades de 5,3, 6,8 e 9,2 km h⁻¹ e regulagem para 5,7 sementes por metro às profundidades de 0,03 e 0,10 m, com o adubo colocado a 0,15 m, ao lado e abaixo da semente. Para as avaliações de profundidade de deposição do adubo (0,10 e 0,15 m), as sementes foram semeadas à 0,05 m.

Em seguida à operação de semeadura, antes da emergência da cultura, aplicou-se alachlor + atrazina (1,5 L + 1,5 L de ingrediente ativo) para controle de plantas daninhas em pré-emergência. Quando a cultura estava com 4 folhas verdadeiras realizou-se a adubação de cobertura com uréia numa quantidade que completou 120 kg de Nitrogênio por hectare, total no ciclo. Durante o desenvolvimento da cultura foram realizados todos os tratamentos culturais pertinentes. Realizou-se o controle da lagarta do cartucho (*Spodoptera frugiperda*) logo que apareceram os primeiros sintomas de raspagem nas folhas, com 2 folhas verdadeiras, com piretróides e inseticidas fisiológicos de maior ação residual. A ordem cronológica, dos tratamentos culturais e das medições, é apresentada na Tabela 2.

TABELA 2. Cronograma de atividades

Data	Atividade
18/01/08	Semeadura e Adubação do milho.
23 a 31/01/08	Avaliação do número médio de dias para emergência (NMDE)
31/01/08	Estabilização do NMDE
20/02/08	Pulverização para lagarta do cartucho (<i>Spodoptera frugiperda</i>)
25/02/08	Adubação Nitrogenada
11/05/08	Avaliação Altura de plantas, altura de inserção da espiga viável e diâmetro do colmo
08/07/08	Colheita e avaliação da população final
09/07/08	Trilha, pesagens, avaliação das espigas, determinação do teor de água nos grãos e produtividade

2.2.2 Medidas de desenvolvimento da cultura

2.2.2.1 Número médio de dias para emergência das plântulas

Avaliou-se o número médio de dias para a emergência das plântulas de milho, com a contagem diária de plântulas emergidas, até a estabilização (mesma contagem por três dias consecutivos), em dois metros, nas duas linhas centrais de cada parcela, calculado de acordo com a equação (1) de EDMOND & DRAPALA (1958).

$$M = \frac{[(N_1G_1) + (N_2G_2) + \dots + (N_nG_n)]}{(G_1 + G_2 + \dots + G_n)} \quad (1)$$

Em que:

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

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

G₁ = Número de plantas emergidas na primeira contagem;

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

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

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

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

2.2.2.2 População inicial de plantas

Considerou-se como população inicial o número de plântulas resultante das contagens sucessivas na determinação do número médio de dias para emergência, após a estabilização, convertidos em plantas por hectare.

2.2.2.3 Altura de plantas

Para a variável altura de plantas, mediu-se do nível do solo até o ponto de inserção da folha bandeira. A altura de plantas foi obtida no mesmo local da contagem do número médio de dias para emergência, em 10 plantas seguidas nas duas fileiras centrais da parcela (10 plantas por fileira), aos 90 dias após a semeadura, utilizando-se uma trena graduada em milímetros.

2.2.2.4 População final de plantas

A variável população final foi obtida no mesmo local da contagem do número médio de dias para emergência, no momento da colheita, utilizando-se uma trena graduada em milímetros, em cada parcela. Os valores foram convertidos em plantas por hectare.

2.2.2.5 Produtividade de grãos, massa de grãos na espiga e índice de espigas

Para a variável produtividade, foram colhidas as espigas das duas linhas centrais da parcela experimental, em 10 m, após o momento em que a cultura atingiu o ponto de maturação fisiológica e umidade próxima de 18%. As espigas foram trilhadas e determinou-se a massa de grãos, corrigida para 13% de umidade. Separou-se 10 espigas coletadas ao acaso de cada parcela que sofreram debulha manual e gerou o dado para massa seca de grãos na espiga. Após, elas foram misturadas ao total das espigas colhidas e trilhadas para o dado de produtividade. Da razão entre o número total de espigas coletadas em 10 m e o número de plantas, obteve-se o índice de espigas.

2.2.2.6 Massa de 1.000 grãos, número de fileiras e número de grãos na fileira

Após a trilha das espigas, separou-se uma porção de aproximadamente 250 g e contou-se o número de grãos contidos nesta amostra, obtendo-se a massa estimada de 1.000 grãos, corrigida para 13% de umidade. Para a contagem do número de fileiras por espiga e número de grãos por fileira, utilizaram-se 10 espigas por parcela, daquelas coletadas para produtividade, gerando um dado médio da parcela.

2.2 RESULTADOS E DISCUSSÃO

2.3.1 Velocidade e profundidade de semeadura:

O número médio de dias para emergência (7 dias), a altura de plantas (1,64 m), a porcentagem de plantas com espigas (83,6%), a população inicial (62.384 plantas) e final (55.439 plantas) não variaram em função das diferentes profundidades de deposição de sementes (Tabela 3).

TABELA 3. Síntese da análise de variância e do teste de médias para número médio de dias para emergência de plantas (NMDE-I), altura de plantas (ALT PL-I), índice de espigas (IE-I), população inicial (POPI-I) e população final (POPF-I).

Fatores	NMDE-I (dias)	ALT PL-I (m)	IE-I (%)	POPI-I	POPF-I
Pr.Semente(S)					
0,03 m	7	1,65	83,2	62.036	54.469
0,10 m	7	1,62	84,0	62.731	56.409
Velocidades(V)					
5,3 km h ⁻¹	7	1,65	85,6	62.499	56.357
6,8 km h ⁻¹	7	1,64	86,1	62.152	55.017
9,2 km h ⁻¹	7	1,62	83,6	62.500	54.944
Teste F					
S	0,6739 ^{NS}	1,1341 ^{NS}	0,2187 ^{NS}	0,2433 ^{NS}	2,8459 ^{NS}
V	1,1377 ^{NS}	2,0909 ^{NS}	0,4555 ^{NS}	0,0270 ^{NS}	0,6384 ^{NS}
SxV	0,8673 ^{NS}	1,2062 ^{NS}	0,3759 ^{NS}	1,7028 ^{NS}	3,2561 ^{NS}
C.V.(%)	1,33	4,33	5,74	5,52	5,08

Em cada coluna, para cada fator, médias seguidas de mesmas letras minúsculas não diferem entre si, pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade; CV: coeficiente de variação; ^{NS} = não significativo; * = significativo a 5%; ** = significativo a 1%.

O intervalo de tempo entre a semeadura e a emergência das plântulas de milho reflete as condições proporcionadas pelo leito de semeadura, desde que a água do solo não seja limitante. O aumento da velocidade poderia ter causado variações nessas condições com conseqüente aumento do número médio de dias para a emergência de plântulas. No entanto, mesmo a semeadura à 0,03 m, a mais superficial, não foi afetada pela profundidade ou pela velocidade de semeadura.

O NMDE de 7 dias está dentro da faixa de valores encontrados por outros autores para este solo e época de plantio, como MELLO et al. (2007), com semeadura na profundidade de 0,10 m, encontraram valores que variaram entre 7 e 9 dias e não sofreram influência das velocidades estudadas (5,4; 6,8 e 9,8 km h⁻¹). MELLO et al. (2004), num pista de ensaios com semeadura manual, encontraram valores entre 6,4 a 7,5 dias, para semeaduras a 0,03; 0,05; 0,07 e 0,10 m, sendo a semeadura mais superficial a que demorou mais tempo para emergir. Por outro lado, nesse mesmo local,

em solo preparado convencionalmente, FURLANI et al. (2001) obtiveram valor médio de 4,2 dias.

Estudos envolvendo NMDE de três híbridos de milho não encontraram influência de híbridos ou de velocidades de semeadura (MELLO et al., 2004). FAGANELLO et al. (1998), trabalhando 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 ou velocidades na emergência de plântulas.

Em relação à variável população inicial de plantas, o valor é 1,5% menor que o previsto (5,7 sementes m⁻¹) para o espaçamento estudado (0,90 m), portanto dentro do esperado, independente da velocidade do conjunto trator-semeadora-adubadora e profundidade de semeadura. MELLO et al. (2007) também não constataram influência das velocidades estudadas (5,4, 6,8 e 9,8 km h⁻¹) na população inicial de plantas. O que concorda também com SILVEIRA et al. (2004), que avaliaram a uniformidade de distribuição de plantas e estande de milho nas velocidades de semeaduras de 3,0, 4,5 e 7,0 km h⁻¹, do conjunto trator-semeadora-adubadora e não encontraram influência da velocidade de semeadura.

O número de fileiras de grãos na espiga (15), o número de grãos na fileira (33) e massa seca de 1.000 grãos (260 g), também não variaram em função da profundidade de deposição das sementes, o que pode ser verificado na Tabela 4.

A massa de grãos na espiga talvez seja a variável que, isoladamente, melhor represente o potencial produtivo de um híbrido, dentro da população indicada para o mesmo, em uma determinada região. No entanto, a variável massa seca de grãos na espiga teve valores alterados apenas em função da velocidade do conjunto trator-semeadora-adubadora. A velocidade menor proporcionou a maior massa (137 g), que não diferiu da maior velocidade. MELLO et al. (2007) também constataram maior valor de massa de grãos (164 g) para a menor velocidade estudada (5,4 km h⁻¹) e o menor valor (128 g) na maior velocidade (9,8 km h⁻¹), estudando o mesmo híbrido (DKB 390). Por outro lado, LOPES et al. (2001) verificaram que as velocidades de 3 e 5 km h⁻¹, do conjunto trator-semeadora-adubadora, não causaram diferenças nos valores de massa

da espiga e profundidade de semeadura, que teve valor médio de 0,05 m, em trabalho realizado no mesmo tipo de solo com o híbrido AGN 2012.

TABELA 4. Síntese da análise de variância e do teste de médias para número de fileiras de grãos na espiga (NF-I), número de grãos na fileira (GR FIL-I), massa seca de mil grãos (1000 G-I), massa seca de grãos na espiga (GRÃOS-I) e produtividade (P-I).

Fatores	NF-I	GR FIL-I	1.000 G-I	GRÃOS-I (g)	PROD-I (kg ha ⁻¹)
Pr.Semente(S)					
0,03 m	15	33	262	130	6.545
0,10 m	15	33	258	130	6.821
Velocidades(V)					
5,3 km h ⁻¹	14	33	262	137 a	7.058
6,8 km h ⁻¹	14	33	258	126 b	6.414
9,2 km h ⁻¹	14	32	259	128 ab	6.577
Teste F					
S	0,0001 ^{NS}	0,0001 ^{NS}	0,6829 ^{NS}	0,0101 ^{NS}	3,1814 ^{NS}
V	2,1429 ^{NS}	1,2039 ^{NS}	0,3050 ^{NS}	4,2912 [*]	6,2701 [*]
SxV	1,6071 ^{NS}	1,4803 ^{NS}	1,8575 ^{NS}	0,1518 ^{NS}	4,8681 [*]
C.V.(%)	3,80	4,41	4,57	6,25	5,66

Em cada coluna, para cada fator, médias seguidas de mesmas letras minúsculas não diferem entre si, pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade; CV: coeficiente de variação; ^{NS} = não significativo; * = significativo a 5%; ** = significativo a 1%.

Quando se analisa a produtividade de grãos, tem-se a resultante de todos os componentes de produção, quais sejam: população final, número de grãos na fileira, número de fileiras de grãos na espiga, massa seca de 1000 grãos e massa seca de grãos na espiga. Para esta variável houve interação significativa entre os fatores profundidade de semeadura e velocidade do conjunto trator-semeadora-adubadora, cujo desdobramento consta na Tabela 5.

TABELA 5. Desdobramento da produtividade (kg ha⁻¹).

Prof Semente (m)	Velocidades (km h ⁻¹)		
	5,3	6,8	9,2
0,03	7.240 Aa	6.218 Ba	6.177 Bb
0,10	6.876 Aa	6.610 Aa	6.976 Aa

Para cada fator, médias seguidas de mesmas letras minúsculas, nas colunas e maiúsculas nas linhas, não diferem entre si, pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Para a profundidade de 0,03 m, a menor velocidade proporcionou o maior valor de produtividade. O que pode ser explicado pelo maior tempo de recobrimento e ajuste da semente no leito de semeadura com a menor velocidade. Nesse sentido, para a profundidade de semeadura de 0,10 m, não houve influência da velocidade. Para uma semeadura mais profunda, a semente pode ter tido um melhor recobrimento, independente da velocidade de semeadura.

A maior profundidade de semeadura proporcionou os maiores valores de produtividade apenas nas duas velocidades maiores.

FURLANI et al. (1999), trabalhando com o híbrido AGN 2012 (duplo) 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. No entanto, LOPES et al. (2001), trabalhando com o AGN 2012, não encontraram diferenças nos valores de produtividade para as velocidades de semeadura de 3 e 5 km h⁻¹.

MELLO et al. (2007) observaram o maior valor de produtividade do DKB 390, simples (8.818 kg ha⁻¹), na menor velocidade estudada (5,4 km h⁻¹), com semeadura de 0,10 m. Já para o híbrido DKB 435, duplo, os autores não verificaram variação da produtividade em função do aumento na velocidade do conjunto trator-semeadora-adubadora na operação de semeadura.

2.3.2 Profundidade de deposição do adubo

O número de fileiras de grãos na espiga (15), o número de grãos na fileira (33) e a massa seca de 1.000 grãos (260 g), não variaram em função das profundidades de deposição de adubo (Tabela 6).

O aumento de velocidade do conjunto trator-semeadora-adubadora reduziu a produtividade do híbrido simples de milho, de 7.573 para 6.200 kg ha⁻¹, média de V2 e V3, independente da profundidade de deposição do adubo.

TABELA 6. Síntese da análise de variância e do teste de médias para número de fileiras de grãos na espiga (NF-II), número de grãos na fileira (GR FIL-II), massa seca de mil grãos (1000 G-II), massa seca de grãos na espiga (GRÃOS-II) e produtividade (P-II).

Fatores	NF-II	GR FIL-II	1.000 G-II	GRÃOS-II (g)	PROD-II (kg ha ⁻¹)
Adubo(AD)					
0,10 m	15	33	258	129	6.812
0,15 m	15	33	262	127	6.545
Velocidades(V)					
5,3 km h ⁻¹	15	32	261	138	7.573 a
6,8 km h ⁻¹	15	33	256	119	6.273 b
9,2 km h ⁻¹	14	33	263	128	6.191 b
Teste F					
AD	2,8626 ^{NS}	0,4909 ^{NS}	0,4511 ^{NS}	0,1948 ^{NS}	4,0598 ^{NS}
V	2,4046 ^{NS}	0,1773 ^{NS}	0,3981 ^{NS}	9,1155 ^{**}	45,6477 ^{**}
ADxV	0,8015 ^{NS}	0,5318 ^{NS}	0,2651 ^{NS}	3,8861 ^{**}	2,2936 ^{NS}
C.V.(%)	4,05	5,35	6,55	6,87	12,00

Em cada coluna, para cada fator, médias seguidas de mesmas letras minúsculas não diferem entre si, pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade; CV: coeficiente de variação; ^{NS} = não significativo; * = significativo a 5%; ** = significativo a 1%.

Nesse mesmo solo e época de plantio, GROTTA et al. (2009) não encontraram diferenças de produtividade para o híbrido de milho estudado em função de 3 profundidades de deposição do adubo (0,11; 0,14 e 0,17 m).

Para SILVA et al. (2000) houve interação significativa entre as velocidades de 3,0; 6,0; 9,0 e 11,2 km h⁻¹ e duas profundidades de deposição de adubo. Observaram maiores produtividades do milho na maior profundidade de deposição do adubo (0,10 m) apenas para 3,0 e 9,0 km h⁻¹.

Para a menor profundidade, não houve efeito da velocidade, enquanto que na profundidade maior, a velocidade menor e maior não diferiram entre si e apresentaram massa seca de grãos na espiga maiores que a velocidade intermediária.

A menor profundidade de deposição do adubo proporcionou maior massa seca de grãos na espiga (126 g) apenas na velocidade de 6,8 km h⁻¹, enquanto a menor velocidade do conjunto trator-semeadora-adubadora proporcionou a maior massa seca de grãos na espiga (142 g), que não diferiu da maior velocidade (Tabela 7).

A maior velocidade maior poderia ser utilizada, pois não causou efeitos negativos para esta variável.

TABELA 7. Desdobramento da massa seca de grãos na espiga de milho (g).

Prof Adubo (m)	Velocidades (km h ⁻¹)		
	5,3	6,8	9,2
0,10	133 Aa	126 Aa	127 Aa
0,15	142 Aa	111 Bb	128 Aa

Para cada fator, médias seguidas de mesmas letras minúsculas, nas colunas e maiúsculas nas linhas, não diferem entre si, pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O número médio de dias para emergência de plantas (7), a altura de plantas (1,63 m), a população inicial (60.185 plantas), a população final (54.269 plantas) e a porcentagem de plantas com espigas (85,1%) não variaram em função dos fatores estudados (Tabela 8).

TABELA 8. Síntese da análise de variância e do teste de médias para número médio de dias para emergência de plantas (NMDE-II), altura de plantas (ALT PL-II), índice de espigas (IE-II), população inicial (POPI-II) e população final (POPF-II).

Fatores	NMDE-II (dias)	ALT PL-II (m)	IE-II (%)	POPI-II	POPF-II
Adubo(AD)					
0,10 m	7	1,65	82,4	61.110	54.942
0,15 m	7	1,61	87,8	59.258	53.395
Velocidades(V)					
5,3 km h ⁻¹	7	1,65	85,6	61.458	55.730
6,8 km h ⁻¹	7	1,64	86,1	59.374	53.212
9,2 km h ⁻¹	7	1,62	83,6	59.722	53.864
Teste F					
AD	0,6355 ^{NS}	1,3253 ^{NS}	2,8782 ^{NS}	1,7914 ^{NS}	0,8160 ^{NS}
V	2,1142 ^{NS}	0,2307 ^{NS}	0,2289 ^{NS}	0,8677 ^{NS}	1,0232 ^{NS}
ADxV	1,4857 ^{NS}	2,3049 ^{NS}	0,5259 ^{NS}	0,2800 ^{NS}	0,3683 ^{NS}
C.V.(%)	1,45	4,77	9,19	5,63	6,73

Em cada coluna, para cada fator, médias seguidas de mesmas letras minúsculas não diferem entre si, pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade; CV: coeficiente de variação; ^{NS} = não significativo; * = significativo a 5%; ** = significativo a 1%.

2.4 CONCLUSÕES

Em situações adversas, pode-se semear em maior profundidade e em maiores velocidades que a produtividade de grãos não será alterada.

Independente da profundidade do adubo, o aumento da velocidade diminui a produtividade de grãos.

CAPÍTULO 3 - DISTRIBUIÇÃO LONGITUDINAL E PRODUTIVIDADE DO MILHO (*Zea mays* L.) EM FUNÇÃO DA VELOCIDADE DE DESLOCAMENTO E DA PROFUNDIDADE DE DEPOSIÇÃO DA SEMENTE

RESUMO - Um dos fatores a ser considerado em uma operação de semeadura é o arranjo espacial das sementes na linha de semeadura, bem como a profundidade de deposição, que pode afetar sua germinação. Desta forma, conduziu-se este trabalho com o objetivo de mensurar a posição relativa entre adubo e sementes; quantificar a distribuição longitudinal de plantas após a semeadura e na colheita em função de quatro velocidades de avanço na operação de semeadura (uma manual e três tratorizadas, 4,5; 6,0 e 7,5 km h⁻¹), com duas profundidades de deposição da semente (0,05 e 0,10 m). A distância entre o adubo e a semente variou apenas em função da profundidade da semeadura, sendo maior para a menor profundidade avaliada. O aumento da velocidade de semeadura proporcionou menor porcentagem de espaçamentos normais entre as plantas e ou sementes. Os valores de falhas finais (na colheita) foram semelhantes para as três velocidades tratorizadas, 31% em média e maiores que na semeadura manual, 4%. Não houve efeito das profundidades de semeadura para produtividade de grãos. No entanto, observou-se o maior valor de produtividade para semeadura manual, e a menor para a velocidade de 6,0 km h⁻¹.

Palavras-chave: Desempenho operacional, semeadura, semeadora-adubadora, *Zea mays*, profundidade de semeadura

LONGITUDINAL DISTRIBUTION AND YIELD OF CORN (*Zea mays* L.) AS A FUNCTION OF THE SPEED OF DISLOCATION AND DEPTH OF SEED DEPOSITION

SUMMARY - One of the factors to be considered in a sowing operation is the spatial arrangement of seeds in the row, and the depth deposition, which may affect their germination. Thus, we conducted this study with the purpose of measuring the relative position between fertilizer and seeds, to quantify the longitudinal distribution of plants after planting and at harvest due to four forward speeds in sowing operation (one manual and three tractor-implement , 4.5, 6.0 and 7.5 km h⁻¹), with two depths of deposition of the seed (0.05 and 0.10 m). The distance between the seed and fertilizer only varied depending on the depth of sowing was higher for the smallest measured depth. Increased seeding rate provided a lower percentage of normal spacing spacing between plants or seeds. The values of final failure (at harvest) were similar for the three-speed tractor-implement, on average 31% higher than at sowing and manual, 4%. There was no effect of sowing depths for grain yield. However, we observed the highest value of productivity for manual seeding, and the lowest for the speed of 6.0 km h⁻¹.

KEYWORDS: Operating performance, seeding, planter, *Zea mays*, sowing depth

3.1 INTRODUÇÃO

O momento da colocação da semente de milho no sulco de semeadura reveste-se de grande importância dentro do processo de produção agrícola. Cada vez mais se busca maior eficiência em termos de redução de custos operacionais e maximização de produtividades.

De acordo com SILVA et al. (2008), a semente deve ser depositada a uma profundidade que permita um adequado contato com o solo úmido, resultando em elevado percentual de emergência.

Segundo BOWMAN (1987) e FORD & HICKS (1992) a eficiência de mecanismos de distribuição de sementes em semeadoras é analisada pelos critérios: profundidade de deposição das sementes, número de plântulas emergidas, espaçamento entre sementes, patinagem, força de tração exigida e potência consumida.

A demanda energética do conjunto trator-semeadora-adubadora compõe os custos e eficiência da operação e, por outro lado, tem-se a qualidade da semeadura, do ponto de vista da cultura, objetivando-se maiores produtividades.

Admitindo-se os efeitos da velocidade de semeadura no arranjo longitudinal das sementes de milho na linha de semeadura e que este arranjo pode variar até o final do ciclo da cultura, conduziu-se este trabalho com o objetivo de medir variáveis de desenvolvimento da planta e avaliar o desempenho do conjunto trator-semeadora-adubadora. Para tanto, realizou-se medições do arranjo espacial de plantas (sementes) na fileira de semeadura logo após a semeadura e na colheita, em função de três velocidades de avanço na operação de semeadura e duas profundidades de deposição da semente, em comparação com uma semeadura manual em duas profundidades.

3.2 MATERIAL E MÉTODOS

3.2.1 Caracterização geral do experimento

O experimento foi conduzido na área experimental do Laboratório de Máquinas e Mecanização Agrícola (LAMMA) da UNESP/Jaboticabal, no Estado de São Paulo, localizada nas coordenadas geodésicas: Latitude 21°14'S e Longitude 48°16'W, com altitude média de 560 metros, declividade média de 0,04 m m⁻¹ e clima Cwa (subtropical), de acordo com a classificação de Köppen. O solo da área experimental foi classificado como LATOSSOLO VERMELHO Eutroférico, conforme o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (Embrapa, 1999), apresentando textura argilosa (Tabela 1).

TABELA 2. Análise granulométrica simples do solo na camada de 0 a 20 cm.

Argila	Limo	Areia		Classe
		Fina	Grossa	
g Kg ⁻¹				
500	250	150	100	Argiloso

Após a colheita de uma lavoura de milho safrinha, em julho de 2008, a área permaneceu em pousio, com predominância de plantas daninhas e plantas de milho remanescentes até outubro, que foram dessecadas e semeou-se soja de maneira uniforme, por toda a área, safra 2008/9.

Em sucessão à soja, logo após sua colheita, conduziu-se uma lavoura de sorgo granífero. Após a colheita do sorgo, esperou-se o rebrote e dessecou-se a área para o plantio deste experimento (milho), em novembro de 2009, safra 2009/10. Na Figura 1 constam os dados pluviométricos da safra 2009/10.

De acordo com amostragens segundo metodologia da EMBRAPA (1997), o teor de água foi de 19% na camada 0-0,10 m e de 20% na camada 0,11-0,20 m.

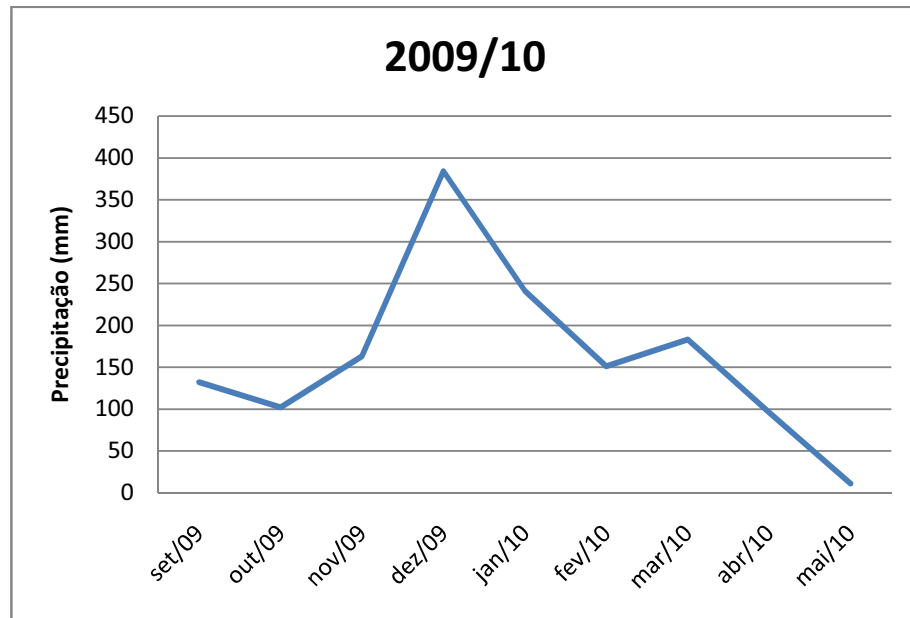


Figura 1. Precipitação pluviométrica (mm) durante o ciclo da cultura do milho na safra 2009/10. Departamento de Ciências Exatas da FCAV - UNESP, Jaboticabal.

3.2.1.1 Descrição dos tratamentos e delineamento experimental

Avaliou-se o desenvolvimento da cultura do milho (*Zea mays* L.) e o desempenho do conjunto trator-semeadora-adubadora em função de três velocidades de avanço (4,5; 6,0 e 7,5 km h⁻¹) na operação de semeadura do cultivar híbrido de milho BG 7049, triplo, nas profundidades de 0,05 e 0,10 m, com o adubo depositado à 0,15 m ao lado e abaixo da semente. Cada parcela se constituiu de 180 m², duas passadas do conjunto trator-semeadora-adubadora (3,6 x 25 m) e 15 m para manobras entre as mesmas, que pode ser verificado na Figura 2.

O delineamento experimental adotado foi o de blocos ao acaso em esquema fatorial 4 x 2. Quatro velocidades de semeadura (três do conjunto trator-semeadora-

Os depósitos foram completados à meia carga sempre que se completavam os tratamentos de uma determinada velocidade.

3.2.1.3 Insumos agrícolas, implantação e condução da cultura

A semeadura do cultivar híbrido de milho se deu em 27/11/2009, com 300 kg ha^{-1} da fórmula 08-28-16 (N-P-K), nas velocidades de 4,5; 6,0 e 7,5 km h^{-1} . Regulou-se a semeadora para um estande de 5,7 sementes por metro às profundidades de 0,05 e 0,10 m, com o adubo colocado à 0,15 m, ao lado e abaixo da semente. A semeadura manual foi realizada com um cano, que possui numa das extremidades um recipiente para deposição da semente e, na parte inferior, uma ponteira com regulador de profundidade, Figura 3.



Figura 3. Detalhe da semeadora manual.

Para a semeadura manual ($V1 = 0,0 \text{ km h}^{-1}$), o trator realizou a deposição do adubo em uma velocidade praticamente nula e, em seguida, com a ajuda de uma semeadora manual (Figura 3) semeou-se as parcelas. A cada medida, previamente calculada, baseando-se nas 5,7 sementes m^{-1} , colocou-se a ponteira da semeadora manual no sulco de semeadura até o limite imposto pelo delimitador de profundidade e soltou-se a semente pelo condutor, até que a mesma atingisse o solo.

Após a operação de semeadura, antes da emergência da cultura, aplicou-se alachlor + atrazina (1,5 L + 1,5 L de ingrediente ativo) para controle de plantas daninhas em pré-emergência. Quando a cultura estava com 4 folhas verdadeiras realizou-se a adubação de cobertura com uréia numa quantidade que completou 120 kg de Nitrogênio por hectare, total no ciclo. Durante o desenvolvimento da cultura foram realizados todos os tratos culturais pertinentes. Realizou-se o controle da lagarta do cartucho (*Spodoptera frugiperda*) logo que apareceram os primeiros sintomas de raspagem nas folhas em dois momentos, com 2 folhas verdadeiras e outra, 30 dias após, com piretróides e inseticidas fisiológicos de maior ação residual. A ordem cronológica, dos tratos culturais e das medições, é apresentada na Tabela 2.

TABELA 2. Cronograma de atividades

Data	Atividade
27/11/09	Semeadura e adubação do milho
28/11/09	Aplicação herbicida pré-emergente
01 a 11/12/09	Avaliação do número médio de dias para emergência (NMDE)
12/12/09	Estabilização do NMDE
19/12/09	Primeira avaliação da distribuição longitudinal das sementes
21/12/09	Pulverização para lagarta do cartucho (<i>Spodoptera frugiperda</i>)
22/12/09	Adubação nitrogenada
08/01/10	Pulverização para lagarta do cartucho (<i>Spodoptera frugiperda</i>)
10/03/10	Avaliação altura de plantas, altura de inserção da espiga viável e diâmetro do colmo
	Segunda avaliação da distribuição longitudinal das sementes
07/05/10	Colheita e avaliação da população final
10/05/10	Trilha, pesagens, avaliação das espigas, determinação do teor de água nos grãos e produtividade

3.2.2 Análise de desempenho do conjunto trator-semeadora-adubadora

3.2.2.1 Distribuição longitudinal de sementes (plântulas) e plantas na colheita

Após a estabilização das contagens do número médio de dias para emergência das plântulas, obteve-se a porcentagem de espaçamentos normais medindo-se a distância entre as plântulas e/ou sementes (desenterrando-as, quando necessário) em 3,0 m, nas duas linhas centrais de cada parcela, segundo metodologia proposta por KURACHI et al. (1989). Desta forma, determinou-se o percentual de espaçamentos correspondentes à classe normal ($0,5 \text{ Ref} < \text{Ref} < 1,5 \text{ Ref}$), duplos e falhos, baseado na regulagem de 5,7 sementes por metro (Ref), utilizando-se trena graduada em milímetros. Neste mesmo local, no momento da colheita, obteve-se novamente a porcentagem de espaçamentos normais, duplos e falhos, com a mesma metodologia, para as plantas na colheita.

3.2.2.2 Distância entre a semente e o adubo

No momento da coleta dos dados para a distribuição longitudinal de sementes, escolheu-se (ao acaso) 10 plântulas por parcela, sendo 5 localizadas em cada uma das linhas externas paralelas às centrais ainda dentro da parcela. Com a plântula ainda no solo, cavou-se ao seu lado, bem próximo ao seu hipocótilo, até chegar à semente e posteriormente, à linha de deposição do adubo. Com uma régua graduada em milímetros, obteve-se a distância entre a semente e o adubo, como consta da Figura 4.

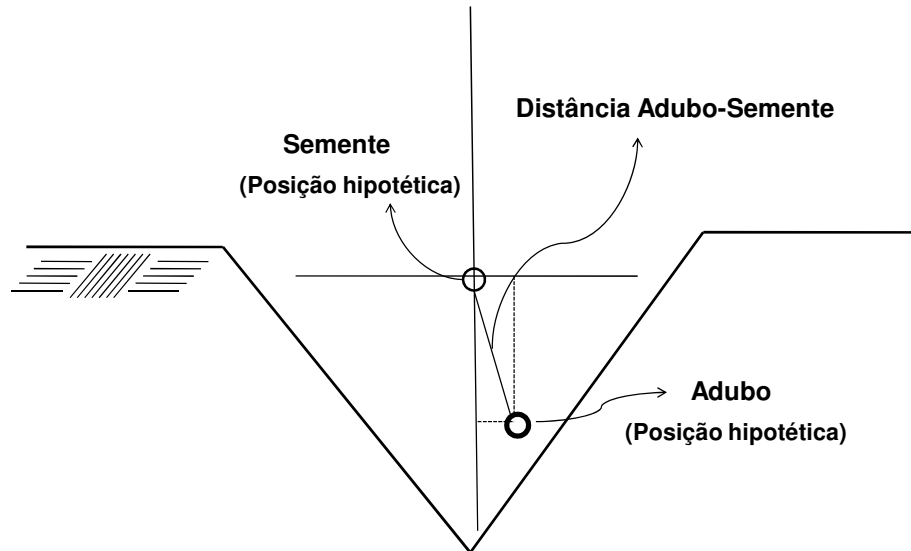


Figura 4. Corte transversal de um sulco de semeadura hipotético com a distância entre o adubo e a semente.

3.2.2.3 Área entre a semente e o adubo

Considerou-se a área (cm^2) entre a semente e o adubo como a metade da circunferência ao redor da semente (semi-círculo). Circunferência cujo raio é a medida da distância entre a semente e o adubo, como pode se verificar na Figura 5.

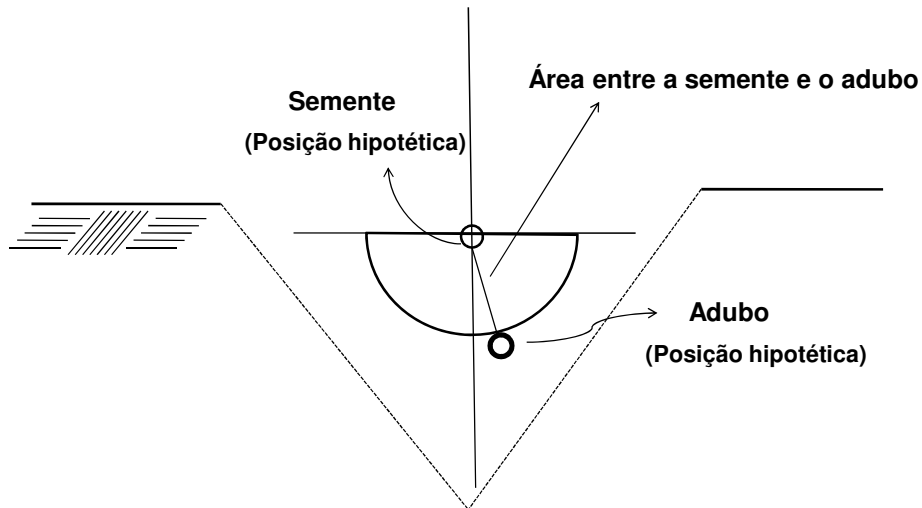


Figura 5. Corte transversal de um sulco de semeadura hipotético com a área entre a semente e o adubo (semi-círculo).

3.2.3 Medidas de desenvolvimento da cultura

3.2.3.1 Número médio de dias para emergência das plântulas

Avaliou-se o número médio de dias para a emergência das plântulas de milho, com a contagem diária de plântulas emergidas, até a estabilização (mesma contagem por três dias consecutivos), em dois metros, nas duas linhas centrais de cada parcela, calculado de acordo com a equação (1) de EDMOND & DRAPALA (1958).

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

Em que:

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

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

G_1 = Número de plantas emergidas na primeira contagem;

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

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

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

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

3.2.3.2 População inicial de plantas

Considerou-se como população inicial o número de plântulas resultante das contagens sucessivas na determinação do número médio de dias para emergência, após a estabilização, convertidos em plantas por hectare.

3.2.3.3 Altura de inserção da espiga viável, altura de plantas e diâmetro do colmo

Avaliou-se a altura de inserção da espiga viável com o uso de trena graduada em milímetros, medindo-se do nível do solo até o ponto de inserção da espiga. Para a variável altura de plantas, mediu-se do nível do solo até o ponto de inserção da folha bandeira, enquanto o diâmetro do colmo foi obtido com o uso de paquímetro digital com precisão de 0,1 mm. Obteve-se o diâmetro médio do colmo, devido ao seu formato elíptico, por meio da medição do maior e menor diâmetro do mesmo, no internódio situado acima do primeiro nó das raízes adventícias. As medidas de altura de inserção da primeira espiga, altura de plantas e diâmetro do colmo foram obtidos no mesmo local

da contagem do número médio de dias para emergência, em 10 plantas seguidas nas duas fileiras centrais da parcela (10 plantas por fileira), aos 90 dias após a semeadura.

3.2.3.4 População final de plantas

A variável população final foi obtida no mesmo local da contagem do número médio de dias para emergência, no momento da colheita, utilizando-se uma trena de 3,00 m, graduada em milímetros, em cada parcela.

3.2.3.5 Produtividade de grãos, massa de grãos na espiga e índice de espigas

Para a variável produtividade, foram colhidas as espigas das duas linhas centrais da parcela experimental, em 10 m, após o momento em que a cultura atingiu o ponto de maturação fisiológica e umidade próxima de 18%. As espigas foram trilhadas e determinou-se a massa de grãos, corrigida para 13% de umidade. Separou-se 10 espigas coletadas ao acaso de cada parcela que sofreram debulha manual e gerou o dado para massa seca de grãos na espiga. Após, elas foram misturadas ao total das espigas colhidas e trilhadas para o dado de produtividade. Da razão entre o número total de espigas coletadas em 10 m e o número de plantas, obteve-se o índice de espigas.

3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas Tabelas, médias seguidas de mesmas letras minúsculas, nas colunas, e mesmas letras maiúsculas nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Após a verificação da normalidade, os resultados, expressos em porcentagem, quando necessário, foram previamente transformados em arco seno da raiz quadrada de $(x+0,5)/100$. Nas Tabelas que contém os valores em porcentagem são apresentadas as médias relativas aos dados originais.

O número médio de dias para emergência (NMDE) foi de 6 dias e não diferiu para as duas profundidades de semeadura estudadas (Tabela 3). No entanto, a velocidade V1 proporcionou o menor NMDE (6 dias), quando comparada às demais velocidades (7 dias).

TABELA 3. Número médio de dias para emergência do milho (NMDE), distância entre o adubo e a semente (D-ADSEM) e área entre adubo e semente (ÁREA).

Fatores	NMDE (dias)	D-ADSEM (cm)	ÁREA (cm ²)
Profundidade (P)			
P1 - 0,05 m	6	10,8 a	169,9
P2 - 0,10 m	6	3,6 b	24,1
Velocidades (V)			
V1 - 0,0 km h ⁻¹	6 a	7,3	95,5
V2 - 4,5 km h ⁻¹	7 b	7,3	106,2
V3 - 6,0 km h ⁻¹	7 b	7,7	131,9
V4 - 7,5 km h ⁻¹	7 b	6,5	54,4
Teste F			
P	0,7376 ^{NS}	117,8283 ^{**}	501,75 ^{**}
V	31,4373 ^{**}	0,6044 ^{NS}	24,5720 ^{**}
PxV	2,1728 ^{NS}	2,0461 ^{NS}	33,6399 ^{**}
C.V.(%)	4,53%	26,33%	18,97%

Em cada coluna, para cada fator, médias seguidas de mesmas letras minúsculas não diferem entre si, pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade; CV: coeficiente de variação; ^{NS} = não significativo; * = significativo a 5%; ** = significativo a 1%.

Na semeadura manual (V1) permaneceu-se parado no momento de colocar a semente no solo (velocidade de deslocamento de 0 km h⁻¹). Portanto, teve-se um bom

controle da deposição da semente no leito de semeadura, que resultou na diferença de um dia a menos no NMDE. Isto significa um menor tempo de exposição da semente à pragas e doenças durante o processo de germinação e emergência.

Nesta mesma área, FURLANI et al. (2001), LOPES et al. (2001) e MELLO et al. (2007) não encontraram diferenças nesta variável em função da velocidade de avanço do conjunto trator-semeadora-adubadora. No entanto, MELLO et al. (2004) encontraram um NMDE maior para a semente de milho semeada à 0,03 m, quando comparada às profundidades de 0,05; 0,10 e 0,15 m, numa pista de ensaios e, portanto, com semeadura manual. Neste caso, como o recobrimento da semente foi adequado (semeadura manual) talvez a variação da temperatura do solo, devido à proximidade da superfície, tenha sido o fator limitante, visto que a área foi irrigada.

FAGANELLO et al. (1998), que trabalharam com o híbrido de milho AG 9014 e duas velocidades de semeadura (3,5 e 7,0 km h⁻¹), também não encontraram influência de híbridos e/ou velocidades na emergência de plântulas.

Ao se analisar as velocidades V2, V3 e V4, verifica-se que o NMDE não foi alterado pelo aumento da velocidade do conjunto trator-semeadora-adubadora. Levando-se em conta que nessas três velocidades a semeadura foi mecanizada, os dados se tornam semelhantes aos autores citados.

A distância entre o adubo e a semente (D-ADSEM) variou com a profundidade de semeadura, sendo de 10,8 cm para a semeadura realizada aos 0,05 m e 3,6 cm para a semeadura aos 0,10 m.

Mais importante que o valor absoluto da posição da semente e do adubo, em termos de profundidade, é a posição de um em relação ao outro. Quanto maior a proximidade entre ambos, maior a possibilidade de se ter falhas devido à não germinação ou emergência de plantas fracas (FANCELLI & DOURADO NETO, 2000). Portanto, a operação de semeadura foi eficiente nas duas profundidades de semeaduras, em mantê-los separados, como relata FORNASIERI FILHO (1992).

Para a área entre o adubo e a semente, houve interação entre profundidades de semeadura e velocidades de avanço do conjunto trator-semeadora-adubadora, cujo desdobramento pode ser constatado na Tabela 4.

TABELA 4. Desdobramento da área entre o adubo e a semente (cm²).

Profundidade(P)	Velocidades (km h ⁻¹)			
	0,0	4,5	6,0	7,5
P1 - 0,05 m	155,8 Ba	188,0 Ba	251,5 Aa	84,2 Ca
P2 - 0,10 m	35,2 Ab	24,5 Ab	12,5 Ab	24,5 Ab

Para cada fator, médias seguidas de mesmas letras minúsculas, nas colunas e maiúsculas nas linhas, não diferem entre si, pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Com a deposição do adubo à 0,15 m e a semente à 0,05 m, era de se esperar as maiores distâncias entre eles e maior área disponível para exploração pela raiz da plântula do milho, com menor risco de embebição de água com excesso de sais pela semente no processo de germinação. Nesta fase inicial do processo de germinação e emergência a semente utiliza as reservas nutricionais armazenadas (FANCELLI & DOURADO NETO, 2000; e FORNASIERI FILHO, 1992), dependendo apenas de água de boa qualidade.

O valor da área diminuiu consideravelmente em 77% para a velocidade V1, 87% para V2 e 71% para V4, chegando a 95% de redução para a velocidade de 6,0 km h⁻¹, o que pode ser prejudicial em momentos de poucas chuvas ou de estiagens logo após a semeadura, principalmente quando a semente já iniciou o processo de germinação e a água torna-se imprescindível. No entanto, com a semeadura variando de 0,05 para 0,10 m com o adubo mantendo-se à 0,15 m, esperava-se essas reduções.

A velocidade de 6,0 km h⁻¹, para a menor profundidade, resultou na maior área, enquanto que a velocidade de 7,5 km h⁻¹ proporcionou a menor área, com uma redução de 66,5%.

Na profundidade de semeadura à 0,10 m, a velocidade não alterou a área entre a semente e o adubo. No entanto, a semente esteve bem mais próxima do adubo, com maiores riscos à sua germinação e emergência. Enquanto a área, para a profundidade de semeadura de 0,05 m, variou de 84,2 a 251,5 cm², na semeadura à 0,10 m, variou de 12,5 a 35,2 cm².

A altura de plantas foi de 203,0 cm em média e não teve influência da profundidade de semeadura ou das velocidades do conjunto trator-semeadora-

adubadora (Tabela 5), que está de acordo com os resultados obtidos por FURLANI et al. (1999). TOLEDO et al. (2010) avaliaram três cultivares híbridos de milho e também não verificaram efeito das velocidades estudadas, sendo que a altura de plantas só variou em função dos híbridos. No entanto, para MELLO et al. (2007) a menor velocidade (5,4 km h⁻¹) e a maior (9,8 km h⁻¹) resultaram em maiores alturas de plantas (2,1 m), sendo que a velocidade intermediária, de 6,8 km h⁻¹ causou a menor altura de plantas (2,0 m). Trabalharam com dois híbridos e concordam com TOLEDO et al. (2010) quanto às diferenças de alturas em função dos híbridos.

TABELA 5. Altura de plantas (ALT-PL), altura de inserção da espiga (ALT-IESP) e diâmetro do colmo (COLMO).

Fatores	ALT-PL (cm)	ALT-IESP (cm)	COLMO (mm)
Profundidade (P)			
P1 - 0,05 m	203,5	119,0 a	18,3 b
P2 - 0,10 m	203,2	115,0 b	18,6 a
Velocidades (V)			
V1 - 0,0 km h ⁻¹	205,2	115,5	19,1 a
V2 - 4,5 km h ⁻¹	203,8	117,6	18,2 b
V3 - 6,0 km h ⁻¹	204,0	116,6	17,9 b
V4 - 7,5 km h ⁻¹	200,4	118,2	18,2 b
Teste F			
P	0,0062 ^{NS}	5,7467 [*]	4,5612 [*]
V	0,2754 ^{NS}	0,5200 ^{NS}	7,8598 ^{**}
PxV	0,7610 ^{NS}	0,6547 ^{NS}	0,1656 ^{NS}
C.V.(%)	5,52%		2,55%

Em cada coluna, para cada fator, médias seguidas de mesmas letras minúsculas não diferem entre si, pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade; CV: coeficiente de variação; ^{NS} = não significativo; ^{*} = significativo a 5%; ^{**} = significativo a 1%.

Ainda na Tabela 5, verifica-se que a altura de inserção da espiga não variou em função das velocidades e o aumento da profundidade de semeadura resultou em menor ALT-IESP, 115,0 cm, quando comparado aos 119,0 cm das plantas semeadas aos 0,05 m. A menor profundidade de semeadura resultou em plantas com maiores ALT-IESP e menores diâmetros de colmo.

A menor velocidade de semeadura (V1) proporcionou o maior diâmetro de colmo. Maiores valores de diâmetro do colmo normalmente estão associados à populações

menores. No entanto, ao se observar a população inicial e final (Tabela 6), verifica-se que não houve efeito dos fatores estudados e seus valores ficaram próximos de 62 mil plântulas ha^{-1} e estande final de 57 mil plantas ha^{-1} na colheita, sem diferença para os tratamentos estudados. Portanto, o maior valor de diâmetro do colmo para a menor velocidade avaliada (semeadura manual) reflete a melhor distribuição longitudinal das plantas na linha de semeadura, que reduz a competição entre plantas por água, luz e nutrientes (ARGENTA et al., 2001 e PENARIOL et al., 2003) e maior resistência ao acamamento.

A população inicial de 62 mil plantas ha^{-1} fica próximo das 63 mil ha^{-1} previstas na regulação da semeadora-adubadora, de 5,7 sementes m^{-1} , refletindo o bom desempenho do conjunto, Tabela 6.

TABELA 6. População inicial (POPI), população final (POPF) e sobrevivência de plantas (SOBR)

Fatores	POPI (plantas ha^{-1})	POPF (plantas ha^{-1})	SOBR (%)
Profundidade(P)			
P1 - 0,05 m	62.360	57.363	92
P2 - 0,10 m	61.944	57.114	92
Velocidades (V)			
V1 - 0,0 km h^{-1}	61.111	58.127	95 a
V2 - 4,5 km h^{-1}	62.638	58.032	93 ab
V3 - 6,0 km h^{-1}	62.222	56.087	90 b
V4 - 7,5 km h^{-1}	62.630	56.708	91 ab
Teste F			
P	0,5175 ^{NS}	0,0711 ^{NS}	0,0233 ^{NS}
V	1,5534 ^{NS}	1.1549 ^{NS}	3,4555 [*]
PxV	2,2435 ^{NS}	2,8612 ^{NS}	1,2871 ^{NS}
C.V.(%)	2,63%	4,61%	3,76%

Em cada coluna, para cada fator, médias seguidas de mesmas letras minúsculas não diferem entre si, pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade; CV: coeficiente de variação; ^{NS} = não significativo; * = significativo a 5%; ** = significativo a 1%.

A sobrevivência de plantas não variou em função da profundidade de semeadura. No entanto, a velocidade V1 proporcionou a melhor sobrevivência de plantas, 95%, quando comparado com a velocidade V3. As demais velocidades não afetaram a sobrevivência de plantas.

Houve interação dos fatores velocidades de deslocamento e profundidade de semeadura para a distribuição longitudinal das plântulas (sementes) na linha de semeadura, logo após a emergência das plantas de milho, expresso pelos valores de porcentagem de espaçamentos normais, duplos e falhos que pode ser constatada na Tabela 7.

TABELA 7. Porcentagem de espaçamentos normais, duplos e falhos na semeadura.

Fatores	Espaçamentos na semeadura (%)		
	Normais	Duplos	Falhos
Profundidade(P)			
P1 - 0,05 m	82	6	12
P2 - 0,10 m	79	9	13
Velocidades (V)			
V1 - 0,0 km h ⁻¹	100	0	0
V2 - 4,5 km h ⁻¹	77	9	14
V3 - 6,0 km h ⁻¹	74	8	19
V4 - 7,5 km h ⁻¹	71	12	16
Teste F			
P	2,0709 ^{NS}	3,1127 ^{NS}	0,1787 ^{NS}
V	33,0699 ^{**}	13,0328 ^{**}	32,4364 ^{**}
PxV	6,3448 ^{**}	3,2361 [*]	6,0351 ^{**}
C.V.(%)	8,09%	56,42%	33,79%

Em cada coluna, para cada fator, médias seguidas de mesmas letras minúsculas não diferem entre si, pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade; CV: coeficiente de variação; ^{NS} = não significativo; * = significativo a 5%; ** = significativo a 1%.

Na Tabela 8, utilizando os dados da velocidade V1 como referência, primeiro para a menor profundidade de semeadura, verifica-se o menor valor de espaçamentos normais, de 69% para a velocidade de 6,0 km h⁻¹ que não difere da maior velocidade avaliada. Para a maior profundidade de semeadura (0,10 m), todas as velocidades tratorizadas (V2, V3 e V4) não diferem entre si, no entanto, apresentaram menores valores de espaçamentos normais entre as plantas e ou sementes, quando comparadas à semeadura manual (V0).

Com a maior profundidade para deposição da semente, é provável que o fator velocidade tenha causado variações na trajetória da queda da semente até o solo, resultando em maior desuniformidade na queda e pior distribuição longitudinal.

Ao se analisar a distribuição longitudinal dentro de cada velocidade, observa-se que a profundidade de semeadura aumentou a porcentagem de espaçamentos normais para a velocidade de 6,0 km h⁻¹ e diminuiu para a velocidade de 4,5 km h⁻¹ e não afetou a maior velocidade estudada. Analisando a semeadura tratorizada, o melhor arranjo espacial ocorreu para a velocidade de 4,5 km h⁻¹, 85% de espaçamentos normais, que não diferiu da maior velocidade.

TABELA 8. Desdobramento da porcentagem de espaçamentos normais na semeadura.

Profundidade(P)	Velocidades (km h ⁻¹)			
	0,0	4,5	6,0	7,5
P1 - 0,05 m	100 Aa	85 Ba	69 Cb	74 BCa
P2 - 0,10 m	100 Aa	68 Bb	79 Ba	68 Ba

Para cada fator, médias seguidas de mesmas letras minúsculas, nas colunas e maiúsculas nas linhas, não diferem entre si, pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Para a menor profundidade de semeadura, as velocidades V2, V3 e V4 apresentaram valores semelhantes de espaçamentos duplos. A semeadura manual, V1 (0 km h⁻¹) não diferiu de V2 (Tabela 9). No entanto, para a maior profundidade de semeadura, as velocidades V2, V3 e V4 proporcionaram maiores valores de espaçamentos duplos, quando comparadas à V1, e não diferiram entre si.

TABELA 9. Desdobramento da porcentagem de espaçamentos duplos na semeadura.

Profundidade(P)	Velocidades (km h ⁻¹)			
	0,0	4,5	6,0	7,5
P1 - 0,05 m	0 Ba	4 ABb	8 Aa	12 Aa
P2 - 0,10 m	0 Ba	14 Aa	7 Aba	13 Aa

Para cada fator, médias seguidas de mesmas letras minúsculas, nas colunas e maiúsculas nas linhas, não diferem entre si, pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Ao se analisar a porcentagem de espaçamentos falhos dentro da menor profundidade de semeadura (Tabela 10), verifica-se que a velocidade V3 proporcionou o maior valor e que as velocidades V2 e V4 resultaram em espaçamentos falhos intermediários entre a referência (V1) e V3.

Para a maior profundidade de semeadura, não houve diferença entre as velocidades tratorizadas e estas proporcionaram valores maiores que a velocidade V1.

Na maior profundidade de semeadura, os mecanismos que permitem a semente chegar ao solo podem ter proporcionado uma melhor distribuição longitudinal das plantas (sementes) na linha de semeadura.

TABELA 10. Desdobramento da porcentagem de espaçamentos falhos na semeadura.

Profundidade(P)	Velocidades (km h ⁻¹)			
	0,0	4,5	6,0	7,5
P1 - 0,05 m	0 Ca	11 Ba	23 Aa	14 Ba
P2 - 0,10 m	0 Ba	18 Ab	14 Ab	18 Aa

Para cada fator, médias seguidas de mesmas letras minúsculas, nas colunas e maiúsculas nas linhas, não diferem entre si, pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Ao se observar os dados da Tabela 11, onde consta a distribuição longitudinal das plantas, na linha de semeadura, nas vésperas da colheita, pode-se fazer uma análise comparativa do arranjo inicial de plantas na fileira de semeadura com o arranjo espacial ao final do ciclo da cultura.

TABELA 11. Porcentagem de espaçamentos normais, duplos e falhos na colheita.

Fatores	Espaçamentos na colheita (%)		
	Normais	Duplos	Falhos
Profundidade(P)			
P1 - 0,05 m	73	3	24
P2 - 0,10 m	70	5	25
Velocidades (V)			
V1 - 0,0 km h ⁻¹	96 a	0 b	4 b
V2 - 4,5 km h ⁻¹	65 b	7 a	28 a
V3 - 6,0 km h ⁻¹	64 b	3 ab	33 a
V4 - 7,5 km h ⁻¹	59 b	8 a	33 a
Teste F			
P	0,6210 ^{NS}	1,6247 ^{NS}	0,1111 ^{NS}
V	19,6997 ^{**}	5,7230 ^{**}	26,9186 ^{**}
PxV	1,0311 ^{NS}	0,8403 ^{NS}	0,9287 ^{NS}
C.V.(%)	14,81%	47,5%	30,38%

Em cada coluna, para cada fator, médias seguidas de mesmas letras minúsculas não diferem entre si, pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade; CV: coeficiente de variação; ^{NS} = não significativo; * = significativo a 5%; ** = significativo a 1%.

Observa-se que já não houve interação entre os fatores e a velocidade V1 (0 km h⁻¹) proporcionou maior valor de espaçamentos normais (96%), que diminuiu em relação aos espaçamentos normais na semeadura (100%).

A porcentagem de duplas variou de 3 a 8 para as velocidades V2, V3 e V4, mas não diferiram entre si. A V3 não difere da V1, que era o menor valor nas duplas iniciais e continua como um dos menores nas vésperas da colheita. Como era de se esperar, não nascem novas plântulas para um aumento de duplas, mas ocorre um aumento nos espaçamentos falhos com a morte de algumas plantas. O que pode ser constatado pelos valores de falhas na colheita, que apresentaram valores semelhantes para as três velocidades tratorizadas (V2, V3 e V4), 31% em média, e maiores que a velocidade V1, de 4%. Verifica-se que este valor, de 31% em média, foi maior que as falhas na semeadura, 16% em média, para as mesmas três velocidades. Praticamente o dobro.

No caso da menor velocidade (semeadura manual), apareceram 4% de falhas na colheita, provavelmente devido à perdas de plantas por outros motivos, mas não por má distribuição longitudinal das plântulas na linha de semeadura, que foi 100% de espaçamentos normais. Este aumento de falhas também pode ser constatado na Tabela 6, com os valores de sobrevivência de plantas.

A produtividade, massa de grãos na espiga e índice de espigamento estão na Tabela 12.

Não houve efeito das profundidades de semeadura para essas variáveis. A produtividade proporcionada pela semeadura manual (V1) difere apenas da V3.

Independente da distribuição longitudinal de sementes na linha de semeadura a produtividade difere apenas da velocidade de 6 km h⁻¹. Para a maior velocidade, se obtivermos maior capacidade operacional e melhor relação custo/benefício, foi a melhor produtividade, dentro do conjunto das observações realizadas.

TABELA 12. Produtividade de grãos (PROD), massa de grãos na espiga (M-ESP) e índice de espigamento (I-ESP)

Fatores	PROD (kg ha ⁻¹)	M-ESP (g)	I-ESP (%)
Profundidade(P)			
P1 - 0,05 m	7.158	124	86
P2 - 0,10 m	6.980	120	85
Velocidades (V)			
V1 - 0,0 km h ⁻¹	7.700 a	133 a	93
V2 - 4,5 km h ⁻¹	7.206 ab	125 ab	85
V3 - 6,0 km h ⁻¹	6.245 b	111 b	82
V4 - 7,5 km h ⁻¹	7.027 ab	118 ab	83
Teste F			
P	0,2245 ^{NS}	0,6357 ^{NS}	0,2713 ^{NS}
V	2,9161 [*]	3,4156 [*]	13,0201 ^{**}
PxV	1,5016 ^{NS}	0,4276 ^{NS}	3,4346 [*]
C.V.(%)	15,02%	12,19%	4,35%

Em cada coluna, para cada fator, médias seguidas de mesmas letras minúsculas não diferem entre si, pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade; CV: coeficiente de variação; ^{NS} = não significativo; * = significativo a 5%; ** = significativo a 1%.

Para o índice de espigamento, houve interação entre os fatores e o seu desdobramento encontra-se na Tabela 13. Verifica-se que não houve o efeito da profundidade de semeadura dentro de cada velocidade, no entanto, para a maior profundidade, a menor velocidade (V1) proporcionou o maior índice de espigamento em relação às demais velocidades, que não diferiram entre si.

Para a menor profundidade as velocidades trabalhadas não afetaram o índice de espigamento. Resultados semelhantes foram obtidos, em termos de análise de variância dos espaçamentos normais na colheita (Tabela 11), com a ressalva de que não houve interação dos fatores naquela análise.

TABELA 13. Desdobramento do índice de espigamento (%)

Profundidade(P)	Velocidades (km h ⁻¹)			
	0,0	4,5	6,0	7,5
P1 - 0,05 m	90 Aa	84 Aa	85 Aa	85 Aa
P2 - 0,10 m	95 Aa	86 Ba	80 Ba	81 Ba

Para cada fator, médias seguidas de mesmas letras minúsculas, nas colunas e maiúsculas nas linhas, não diferem entre si, pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

3.4 CONCLUSÕES

A produtividade de grãos foi maior para a semeadura manual. No entanto, para a semeadura tratorizada, a maior velocidade proporcionou a maior produtividade, independente da profundidade de semeadura

CAPÍTULO 4 - DEMANDA ENERGÉTICA DO CONJUNTO TRATOR-SEMEADORA-ADUBADORA EM FUNÇÃO DA VELOCIDADE E PROFUNDIDADE DA SEMEADURA DO MILHO (*Zea mays* L.)

RESUMO - Realizar a deposição da semente a uma profundidade um pouco maior, para se proporcionar melhores condições para sua germinação e emergência pode se tornar fundamental, dependendo das condições climáticas no momento da semeadura. Montou-se este experimento com o objetivo de se avaliar a demanda energética de um conjunto trator-semeadora-adubadora em 3 velocidades de avanço (4,5; 6,0 e 7,5 km h⁻¹) e 2 profundidades de semeadura, 0,05 e 0,10 m. A maior profundidade de semeadura resultou no maior pico de força, 15,41 kN e o maior valor de potência foi de 28,42 kW para a maior velocidade (7,5 km h⁻¹) na profundidade de 0,05 m que não diferiu da potência requerida aos 0,10 m, para a mesma velocidade. A maior velocidade proporcionou uma capacidade de campo operacional 70% maior, de 1,19 para 2,02 ha h⁻¹. Pode-se trabalhar na maior velocidade, com maior capacidade de campo operacional, nas duas profundidades de semeadura avaliadas.

Palavras-chave: Desempenho operacional, consumo de combustível, capacidade de campo operacional, *Zea mays*.

ENERGY DEMAND OF TRACTOR-SEEDER-FERTILIZER AS A FUNCTION OF THE SPEED AND DEPTH OF SEEDING OF CORN (*Zea mays* L.)

SUMMARY - Perform the deposition of the seed to a depth slightly larger, to provide better conditions for their germination and emergence can become crucial, depending on weather conditions at planting. This experiment was set up in order to evaluate the energy demand of a tractor-seeder-fertilizer in three forward speeds (4.5, 6.0 and 7.5 km h⁻¹) and two sowing depths, 0.05 and 0.10 m. The greater depth of sowing resulted in higher peak power, 15.41 kN and the highest value of power was 28.42 kW for the highest speed (7.5 km h⁻¹) at a depth of 0.05 m did not differ required power to 0.10 m for the same speed. The increased speed provided a field operational capacity 70% higher, from 1.19 ha to 2.02 h⁻¹. You can work at higher speed, higher capacity of the operational area, in two sowing depths evaluated.

KEYWORDS: Operating performance, fuel consumption, field operational capacity, *Zea mays*.

4.1 INTRODUÇÃO

A análise e entendimento de fatores que cercam as necessidades do empresário rural para menores gastos de combustível, maior eficiência operacional passam necessariamente pelos estudos envolvendo força na barra de tração, velocidade de avanço, profundidade de deposição de adubo, corte de palha em sistema de semeadura direta e os gastos de combustível.

SIQUEIRA et al. (2001) avaliando quatro semeadoras-adubadoras na semeadura direta de soja, detectaram aumento no requerimento de força de tração e potência média e máxima na barra de tração, quando se aumentou a velocidade de avanço de 4,7 para 8,3 km h⁻¹.

O desempenho de semeadoras-adubadoras pode ser função de coberturas do solo no sistema de semeadura direta. CEPIK et al. (2010) verificaram que a demanda de tração nas hastes sulcadoras foi afetada pela variação da profundidade, na operação de semeadura. BONINI et al., (2008) avaliando atributos físicos e requerimento de potência de uma semeadora-adubadora em um LATOSSOLO sob estado de compactação, encontraram um aumento da força de tração por linha da semeadora-adubadora em duas culturas, soja e milho.

FURLANI et al. (2005) não observaram variação da Força de Tração em função da velocidade de semeadura e, para HARRIGAN e ROTZ (1994), a força de tração na operação de semeadura não é função da velocidade de deslocamento.

Realizou-se este trabalho com o objetivo de avaliar o desempenho operacional do conjunto trator-semeadora-adubadora.

4.2 MATERIAL E MÉTODOS

4.2.1 Caracterização geral do experimento

O experimento foi conduzido na área experimental do Laboratório de Máquinas e Mecanização Agrícola (LAMMA) da UNESP/Jaboticabal, no Estado de São Paulo, localizada nas coordenadas geodésicas: Latitude 21°14'S e Longitude 48°16'W, com altitude média de 560 metros, declividade média de 0,04 m m⁻¹ e clima Cwa (subtropical), de acordo com a classificação de Köeppen. O solo da área experimental foi classificado como LATOSSOLO VERMELHO Eutroférico, conforme o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (Embrapa, 1999), apresentando textura argilosa (Tabela 1).

TABELA 1. Análise granulométrica simples do solo na camada de 0 a 20 cm.

Argila	Limo	Areia		Classe
		Fina	Grossa	
g Kg ⁻¹				
500	250	150	100	Argiloso

Antes da implantação deste experimento, esta área vinha sendo conduzida em sistema de preparo convencional há 6 anos. Em 2008 conduziu-se uma lavoura de milho safrinha e, no verão deste mesmo ano, realizou-se a dessecação da área e semeou-se soja por toda área (semeadura direta), de maneira uniforme e, em sucessão, sorgo safrinha em fevereiro de 2009. Após a colheita deste sorgo, esperou-se o rebrote e dessecou-se a área para o plantio deste experimento (milho) em novembro de 2009, safra 2009/10. De acordo com amostras retiradas segundo metodologia da EMBRAPA (1997), o teor de água na camada 0-0,10 m foi de 19% e de 20% na camada 0,11-0,20 m.

4.2.1.1 Delineamento experimental

Avaliou-se o desempenho do conjunto trator-semeadora-adubadora em função de três velocidades de avanço (4,5; 6,0 e 7,5 km h⁻¹) na operação de semeadura do cultivar híbrido de milho BG 7049, triplo, nas profundidades de 0,05 e 0,10 m, com o adubo depositado à 0,15 m ao lado e abaixo da semente. Cada parcela se constituiu de 180 m², duas passadas do conjunto trator-semeadora-adubadora (3,6 x 25 m) e 15 m para manobras entre as mesmas, que pode ser verificado na Figura 1.

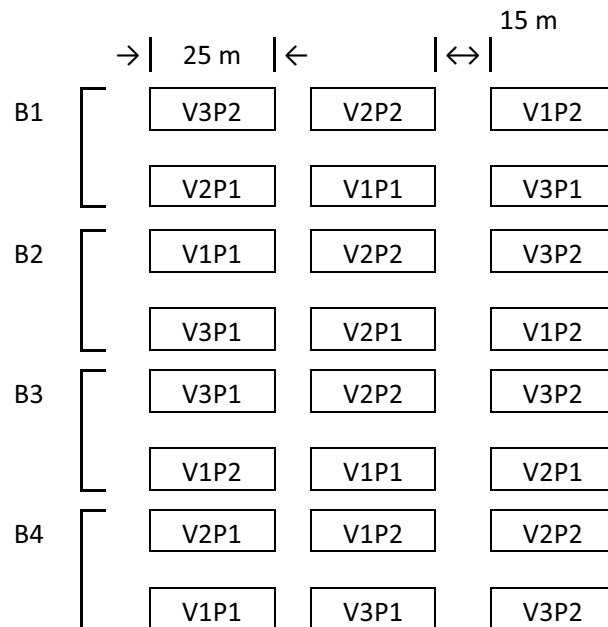


Figura 1. Croqui da área experimental: V1 (4,5 km h⁻¹), V2 (6,0 km h⁻¹), V3 (7,5 km h⁻¹), P1 (profundidade de semeadura de 0,05 m), P2 (profundidade de semeadura de 0,10 m) e B (blocos).

O delineamento experimental adotado foi o de blocos ao acaso em esquema fatorial 3 x 2. Três velocidades do conjunto trator-semeadora-adubadora na operação de semeadura e duas profundidades de deposição da semente, com quatro repetições. Os dados referentes aos diferentes parâmetros foram submetidos à análise de

variância, sendo o teste de Tukey aplicado a 5% de probabilidade para comparação de médias, segundo PIMENTEL GOMES (1987).

4.2.1.2 Equipamentos agrícolas

Para a operação de semeadura direta na palha dessecada de sorgo, utilizou-se um trator instrumentado da marca Valtra, modelo BM-100, 4x2 TDA com 73,6 kW (100 cv) de potência no motor a 2.300 rpm, uma semeadora-adubadora Marchesan, modelo COP-Suprema com 4 linhas espaçadas de 0,90 m, com capacidade de adubo de 1.310 kg e de semente de 200 kg, largura útil de 3,6 m e sulcador de adubo tipo haste (facão), Figura 2. Os depósitos foram completados à meia carga sempre que se completavam os tratamentos de uma determinada velocidade.



Figura 2. Trator e semeadora com o equipamento de medição de combustível, célula de carga e detalhes das sementes utilizadas.

4.2.1.3 Insumos agrícolas, implantação e condução da cultura

A semeadura do cultivar híbrido de milho se deu em 27/11/2009, com 300 kg ha⁻¹ da fórmula 08-28-16 (N-P-K). Regulou-se a semeadora para um estande de 5,7 sementes por metro às profundidades de 0,05 e 0,10 m, com o adubo colocado à 0,15 m, ao lado e abaixo da semente.

4.2.2 Análise de desempenho e demanda energética do conjunto trator-semeadora-adubadora

4.2.2.1 Capacidade de campo operacional

A velocidade real de deslocamento foi medida com uma unidade de radar (modelo RVS II) localizada na lateral direita do trator. A capacidade de campo operacional (CCO) foi obtida utilizando-se a largura de trabalho da semeadora (3,6 m) e a velocidade de deslocamento, conforme demonstrado na equação 1:

$$CCO = LT \cdot v \cdot e \cdot 0,36 \quad (1)$$

Em que:

CCO = capacidade de campo operacional (ha h⁻¹);

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

v = velocidade real de deslocamento (m s⁻¹);

e = eficiência (75%), segundo Mialhe (1996);

0,36 = fator de conversão da unidade m² s⁻¹ para ha h⁻¹.

4.2.2.2 Força e potência na barra de tração

A força de tração foi obtida por meio de uma célula de carga M. Shimizu, modelo TF 400, colocada entre a barra de tração do trator e o cabeçalho da semeadora-adubadora. Por meio da célula de carga conectada a um sistema de aquisição de dados, obteve-se a força média de tração, em kgf, sendo posteriormente transformada para kN, permitindo o cálculo da potência na barra de tração segundo a equação (2).

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

Em que:

PB = potência na barra de tração (kW);

FT = força de tração na barra (kN);

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

4.2.2.3 Consumo de combustível horário e por área

O consumo horário de combustível foi determinado em todas as parcelas experimentais em unidade de volume (mL), por meio da diferença entre os volumes de entrada e saída na bomba injetora e retorno, obtendo-se o volume realmente utilizado pelo trator durante o percurso.

Para medir o consumo de combustível foi utilizado um protótipo desenvolvido por LOPES et al. (2003).

O consumo operacional por área foi obtido pela relação entre consumo horário e a capacidade de campo operacional.

4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas Tabelas, médias seguidas de mesmas letras minúsculas, nas colunas, e mesmas letras maiúsculas nas linhas, não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Na Tabela 2 constam a força de tração, a potência na barra de tração e força de pico.

A força de tração teve valor 12,90 kN e não variou com a velocidade de avanço do conjunto trator-semeadora-adubadora. FURLANI et al. (2004) e FURLANI et al. (2005) também não observaram variação da FT em função da velocidade de semeadura e obtiveram valor de 12,16 kN e 13,4 kN, respectivamente. Segundo HARRIGAN e ROTZ (1994), a força de tração na operação de semeadura não é função da velocidade de deslocamento. No entanto, MAHL et al. (2004) observou o maior valor de FT (8,64 kN) para a maior velocidade do conjunto.

TABELA 2. Força de Tração (FT), potência na barra de tração (P), força de pico (FP).

Fatores	FT (kN)	P (kW)	FP (kN)
Profundidade(P)			
0,05 m	12,20 a	20,49	13,58 b
0,10 m	13,58 b	22,42	15,41 a
Velocidades (V)			
4,5 km h ⁻¹	12,87	15,72	14,56
6,0 km h ⁻¹	12,91	21,68	14,68
7,5 km h ⁻¹	12,90	26,96	14,25
Teste F			
P	347,5876 **	55,4189**	66,1958 **
V	0,0801 ^{NS}	630,2565 **	1,3140 ^{NS}
PxV	2,8378 ^{NS}	6,7330 **	0,5630 ^{NS}
CV (%)	1,41%	2,95%	3,81%

Em cada coluna, para cada fator, médias seguidas de mesmas letras minúsculas não diferem entre si, pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade; CV: coeficiente de variação; ^{NS} = não significativo; * = significativo a 5%; ** = significativo a 1%.

No caso de FURLANI et al. (2007) encontraram menor força de tração com o aumento da velocidade.

O aumento da profundidade de semeadura, de 0,05 para 0,10 m, causou aumento na demanda por força de tração, de 12,20 para 13,58 kN. GROTTA et al. (2009) observaram menor demanda por força de tração quando se trabalhou às profundidades de 0,11 e 0,14 m com a haste sulcadora de adubo, o mesmo ocorrendo para força de pico e potência na barra de tração, comparadas com a profundidade de 0,17 m.

Ainda na Tabela 2, verifica-se que a força de pico também aumentou com o aumento da profundidade de semeadura. A haste sulcadora foi mantida à 0,15 m, enquanto variou-se as profundidades dos discos para a profundidade da semente. No entanto, considerando a mesma profundidade da haste sulcadora, os discos exercem determinada pressão nas diferentes profundidades de colocação da semente. Vale ressaltar que a cobertura era de uma lavoura de sorgo colhida, rebrotada e dessecada.

SILVEIRA et al. (2005b) também verificaram um aumento de requerimento de força de tração, de 3,78 kN para 5,51 kN, ao aumentar a profundidade de deposição de sementes de 1,97 cm para 2,68 cm, avaliando uma semeadora de fluxo contínuo com 14 linhas, na semeadura da aveia preta (*Avena strigosa* L.) em experimento conduzido em um LATOSSOLO VERMELHO Distroférico, numa área com declividade de 0,03 m m⁻¹.

Para a demanda de potência na barra de tração houve interação entre as profundidades de semeadura e velocidades do conjunto.

Ao se observar os dados da Tabela 3, verifica-se o aumento de potência com o aumento da velocidade para as duas profundidades estudadas. Para a análise dentro de cada profundidade, observa-se que não houve diferença de potência requerida pelas diferentes profundidades apenas na velocidade de 4,5 km h⁻¹. No entanto, o requerimento de potência aumentou dentro das velocidades de 6,0 e 7,5 km h⁻¹ para a menor profundidade de semeadura. O maior valor foi de 28,42 kW para a maior velocidade (7,5 km h⁻¹) na profundidade de 0,05 m de semeadura que não diferiu da potência requerida aos 0,10 m, para a mesma velocidade.

TABELA 3. Desdobramento da variável potência na barra de tração (kW)

Profundidade(P)	Velocidades (km h ⁻¹)		
	4,5	6,0	7,5
0,05 m	16,05 Ca	22,78 Ba	28,42 Aa
0,10 m	15,40 Ca	20,58 Bb	25,50 Ab

Para cada fator, médias seguidas de mesmas letras minúsculas, nas colunas e maiúsculas nas linhas, não diferem entre si, pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Na Tabela 4, encontram-se os valores de consumo de combustível por área, por hora e a capacidade de campo operacional. Verifica-se que não houve interação entre os fatores estudados e apenas o fator velocidade causou diferenças nas variáveis estudadas.

TABELA 4. Consumo operacional (CO), consumo horário (CH) e capacidade de campo operacional (CCO).

Fatores	CO (L ha ⁻¹)	CH (L h ⁻¹)	CCO (ha h ⁻¹)
Profundidade(P)			
0,05 m	7,38	12,05	1,61
0,10 m	7,48	11,65	1,63
Velocidades (V)			
4,5 km h ⁻¹	8,30 a	9,84 b	1,19 c
6,0 km h ⁻¹	7,56 a	12,69 a	1,65 b
7,5 km h ⁻¹	6,42 b	13,05 a	2,02 a
Teste F			
P	0,1379 ^{NS}	0,6036 ^{NS}	1,3107 ^{NS}
V	19,5277 ^{**}	15,5703 ^{**}	492,0874 ^{**}
PxV	1,3211 ^{NS}	1,3887 ^{NS}	0,4369 ^{NS}
C.V.(%)	8,14%	10,63%	3,30%

Em cada coluna, para cada fator, médias seguidas de mesmas letras minúsculas não diferem entre si, pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade; CV: coeficiente de variação; ^{NS} = não significativo; * = significativo a 5%; ** = significativo a 1%.

Houve maior consumo de combustível operacional para a menor velocidade, 8,30 L ha⁻¹ para a velocidade de 4,5 km h⁻¹. Valor que não diferiu da velocidade intermediária, 6,0 km h⁻¹ e ambas proporcionaram maior consumo por área que a maior velocidade, que foi de 6,42 L ha⁻¹. Para o consumo de combustível por hora, foram encontrados os menores valores para a velocidade de 4,5 km h⁻¹, quando comparado

com as outras 2 velocidades, que não diferiram entre si. No entanto, quando se verifica a capacidade de campo operacional, tem-se 2,02 ha h⁻¹ para a maior velocidade e 1,19 ha h⁻¹ para a menor velocidade, sendo que a velocidade de 6,0 km h⁻¹, intermediária, apresentou valor de 1,65 ha h⁻¹.

4.4 CONCLUSÕES

Quando se analisa o conjunto dos dados, conclui-se que se poderia trabalhar na maior velocidade, com maior capacidade operacional e maior capacidade de campo operacional.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVAREZ, M. G. D.; OLIVEIRA, C. A. A.; ASSIS, R. L.; SILVA, A. G.; PERIN, A. Avaliação da distribuição longitudinal de sementes de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) em três semeadoras-adubadoras em diferentes plantas de cobertura. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 36, 2007, Bonito. *Anais...* Bonito: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 2007. CD

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

ARATANI, R. G.; DE MARIA, I. C.; CASTRO, O. M.; PECHE FILHO, A.; DUARTE, A. P.; KANTHACK, R. A. D. Plantio direto de soja em solo com muita palhada de milho. *O Agrônomo*, Campinas, v.56, p. 31-33, dez. 2004.

ARAÚJO, A. G.; CASÃO JÚNIOR, R.; RALISCH, R.; SIQUEIRA, R. Mobilização de solo e emergência de plantas na semeadura direta de soja (*Glycine Max* L.) e milho (*Zea mays* L.) em solos argilosos. *Engenharia. Agrícola*, Jaboticabal, v.19, n.2, p.226-37, 1999.

ARGENTA, G.; SILVA, P. R. F. da; BORTOLINI, C. G.; FORSTHOFER, E. L.; MANJABOSCO, E. A.; NETO, V. B. Resposta de híbridos simples de milho à redução do espaçamento entre linhas. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.36, n.1, p.71-8, jan. 2001.

ASAE - 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*. San Joseph, 1996. p.309-14. (ASAE D-497.2)

BOLIGON, F.; NÓBREGA, L. H. P.; SILVEIRA, J. C. M.; GODOY, E.; MARTINS, G. I. Densidade populacional de plantas de milho (*Zea mays* L.) em função da velocidade de deslocamento e do mecanismo dosador de sementes de duas semeadoras adubadoras. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 36, 2007, Bonito. *Anais...* Bonito: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 2007. CD

BONINI, A. K.; FILHO, A. G.; SECCO, D.; SOUZA, R. F.; TAVARES, C. Atributos físicos e requerimento de potência de uma semeadora adubadora em um Latossolo sob estados de compactação. *Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, v.28, n.1, p.136-144, jan./mar. 2008

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

BORSATTO, E. A.; MELLO, A. J. R.; REIS, G. N.; PAVAN JÚNIOR, A.; FURLANI, C. E. A.; LOPES, A.; SILVA, R. P. Sistemas de manejo do solo e sua influência na compactação e na cultura do milho (*Zea mays* L.). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 33, 2004, São Pedro. *Anais...* São Pedro: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 2004, CD.

BORTOLOTTI, V. C.; PINHEIRO NETO, R.; BORTOLOTTI, M. C. Demanda energética de uma semeadora-adubadora sob diferentes velocidades de deslocamento e tipos de cobertura vegetal no plantio da soja. *Acta Scientiarum Agronomic*, Maringá, v.27, n.2, p.357-62, 2005.

BOWMAN, D. I. Feasibility studies on planting corn trials to a stand. *Crop Science*, Madinson, v.27, n.6. p.1231-1234, 1987.

BRANQUINHO, K. B.; FURLANI, C. E. A.; LOPES, A.; SILVA, R. P. da; GROTTA, D. C. C.; BORSATTO, E. 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, 2004. p.374-380.

BRASIL. Ministério da Agricultura, do Abastecimento e da Reforma Agrária (Brasília, DF). Perdas na Agropecuária Brasileira: *Relatório Preliminar da Comissão Técnica para Redução das Perdas na Agropecuária*. Brasília, 1993. V.1.

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

CASÃO JÚNIOR, R.; ARAÚJO, A. G.; RALISCH, R. Desempenho da semeadora-adubadora magnun 2850 em plantio direto no basalto paranaense. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 35, n. 3, p.523-32, 2000.

CEPIK, C. T.; TREIN, C. R.; LEVIEN, R.; CONTE, O. Força de tração e mobilização do solo por hastes sulcadoras de semeadoras-adubadoras. *R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental*, Campina Grande, v.14, n.5, p.561–566, 2010.

CHAPLIN, J.; JENANE, C.; LUEDERS, M. Drawbar energy use for tillage operations on Loamy sand. *Tran. ASAE (American Society Agricultural Engineers)*, v.31, p.1692-4, 1988.

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

CORTEZ, J. W.; FURLANI, C. E. A.; SILVA, R. P. Semeadoras de precisão. *Cultivar Máquinas*, Pelotas, n.56, p.16-19, setembro 2006.

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

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. *Sistema brasileiro de classificação de solos*. Rio de Janeiro: EMBRAPA/CNPQ, 1999. 412p.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Trigo. *Avaliação do desempenho de plantadoras diretas para culturas de verão*. Passo Fundo, 1994, não paginado.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. *Recomendações técnicas para o cultivo do milho*. Brasília: EMBRAPA/SPI, 1996. 204 p.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. *Manual de métodos de análise do solo*. Rio de Janeiro: 1997. 412p

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 - MG. *Anais*. Poços de Caldas: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, p. 229-31.

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

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.

FORD, J. H.; HICKS, D. R. Corn growth and yield in uneven emerging of stands. *Journal of production agriculture*. University Minnesota, Lamberton, v.5, n.1. p.185-188, 1992.

FORNASIERI FILHO, D. *A cultura do milho*. Jaboticabal: Funep, 1992. 273p.

FURLANI, C. E. A.; CORTEZ, J. W.; TOLEDO, A.; SILVA, R. P.; GROTTA, D. C. C.; REIS, G. N. Tractor performance as a function of speed and seeder's tire inflation pressure. *Ciência Rural*, v.40, n.8, ago, 2010.

FURLANI, C. E. A.; GAMERO, C. A.; LEVIEN, R. Semeadora-adubadora de fluxo contínuo: desempenho operacional em função de diferentes condições de preparo e coberturas do solo. *Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, v.22, n.1, 2002. p.60-67.

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

FURLANI, C.E.A.; GAMERO, C. A.; LEVIEN, R.; SILVA, R. P.; CORTEZ, J. W. Semeadora-adubadora: exigências em função do preparo do solo, da pressão de inflação do pneu e da velocidade. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.32, p.345-352, 2008.

FURLANI, C. E. A.; LOPES, A.; ABRAHÃO, F. Z.; LEITE, M. A. S. 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.

FURLANI, C. E. A.; LOPES, A., REZENDE, L.C.; SOUZA e SILVA, S.S.; LEITE, M.A.S. Influência da compactação do solo na emergência das plântulas de milho (*Zea mays* L.)

a diferentes profundidades de semeadura. *Engenharia na Agricultura*, Viçosa, v.9, n.3, p.147-53. 2001

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

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

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

GROTTA, D. C. C.; FURLANI, C. E. A.; SILVA, R. P.; REIS, G. N. Seeder-fertilizer machine: Energetic demand as a function of vegetal covering handling and manure deposition shank depth in no-tillage system. *Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, v.29, n.2, p.241-248, apr./jun. 2009

HARRIGAN, T. M.; ROTZ, C. A. Draft of major tillage and seeding equipment. In: International Winter Meeting, Atlanta, 1994. *St. Joseph*: ASAE. 21p. (Paper 941533).

JUSTINO, A. *Desempenho do mecanismo dosador de disco perfurado horizontal na distribuição de sementes de milho (*Zea mays* L.), em sistema de plantio direto*. Botucatu, 1998. 140p. Tese (Doutorado em Agronomia - Energia na Agricultura) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista.

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 – MG. *Anais*. Poços de Caldas: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, p. 286-8.

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

KURACHI, S. A. H.; COSTA, J. A. S.; BERNARDI, J. A.; COELHO, J. L. O.; SILVEIRA, G. M. Avaliação tecnológica de semeadoras e/ou adubadoras: tratamento de dados de ensaios e regularidade de distribuição longitudinal de sementes. *Bragantia*, Campinas, v.48, n.2, p.249-62, 1989.

KURACHI, S. A. H.; SILVEIRA, G. M.; COSTA, J. A.; MORAES, R. A. D. M.; BERNARDI, J. A.; MOREIRA, C. A.; PETRONI, A. C.; SILVA, J. R.; MESQUITA, C. M. Código de avaliação de semeadoras e/ou adubadoras. Campinas: *Instituto Agrônomo de Campinas*, 1986. v.3, 138 p.(Documentos).

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.

LOPES, A.; FURLANI, C. E. A.; ABRAHÃO, F. Z.; LEITE, M. A. S.; GROTTA, D. C. C. Efeito do preparo do solo e da velocidade de semeadura na cultura do milho (*Zea mays* L.). *Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, v.21 n.1, p. 68-73. 2001.

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

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

MAHL, D.; GAMERO, C. A.; BENEZ, S. H.; FURLANI, C. E. A.; SILVA, A. R. B. Eficiência da distribuição de sementes de milho sob variação de velocidade e condição de solo. In. CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 31, 2002, Salvador. *Anais...* Salvador: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 2002, CD

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

MAHL, D.; GAMERO, C. A.; BENEZ, S. H.; FURLANI, C. E. A.; SILVA, A. R. B.; SILVA, P. R. A.; GERMINO, R. Demanda energética de semeadoras-adubadoras quando submetidas a variação de velocidade e condição de solo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 32, 2003, Goiânia. *Anais...* Goiânia: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 2003b, CD.

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

MARQUES, J. P.; PONTES, J. R. V.; BENEZ, S. H. Desempenho de uma semeadora-adubadora de precisão na semeadura de milho (*Zea mays* L.) em preparo convencional de solo e em semeadura direta. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA

AGRÍCOLA, 28, 1999, Pelotas. *Anais...* Pelotas: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 1999. 1 CD-ROM.

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

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

MELLO, A. J. R.; FURLANI, C. E. A.; SILVA, R. P.; LOPES, A.; BORSATTO, E. A. Produtividade de híbridos de milho em função da velocidade de semeadura. *Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, v. 27, n. 2, p. 479-486, maio/ago. 2007.

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. 563-67. 2003.

MERCANTE, E.; SILVA, S. de L.; MODOLO., A. J.; SILVEIRA, J. C. M. Demanda energética e distribuição de sementes de milho em função da velocidade de duas semeadoras. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental*, Campina Grande, v.9, n.3, p.424-8, 2005.

MODOLO, A. J.; TROGELLO, E.; CARNIELETTO, R.; KOLLING, E. M.; SGARBOSSA, M. Desenvolvimento inicial da cultura do milho no sistema de integração lavoura-

pecuária em áreas de agricultura familiar do sudoeste do Paraná. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 39, 2010, Vitória. *Anais...* Vitória: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 2010. CD

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

OLIVEIRA, M. L. de; VIEIRA, L. B.; MANTOVANI, E. C.; SOUZA, C. M.; DIAS, G. P. Desempenho de uma semeadora-adubadora para plantio direto, em dois solos com diferentes tipos de cobertura vegetal. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 35, n.7, p.1.455-63, 2000.

PACHECO, E. P.; MANTOVANI, E. C.; MARTYN, P. J.; OLIVEIRA, A. C. Avaliação de uma semeadora-adubadora de precisão. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 31, n.3, p.209-14, 1996.

PALMA, M. A. Z.; VOLPATO, C. E. S.; BARBOSA, J. A.; SPAGNOLO, R. T.; BARROS, M. M.; VILAS BOAS, L. Efeito da profundidade de trabalho das hastes sulcadoras de uma semeadora-adubadora na patinagem, na força de tração e no consumo de combustível de um trator agrícola. *Ciênc. agrotec.*, Lavras, v. 34, n. 5, p. 1320-1326, set./out., 2010

PENARIOL, F. G.; FORNASIERI FILHO, D.; COISEV, L.; BORDIN, L.; FARINELLI, R. Comportamento de cultivares de milho semeados em diferentes espaçamentos entre linha e densidades populacionais, na safrinha. *Revista Brasileira Milho e Sorgo*, v.2, n.2, p.52-60, 2003.

PIMENTEL GOMES, F. *A estatística moderna na agropecuária*. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1987. 162p.

PORTELLA, J. A.; SATTLER, A.; FAGANELLO, A. Efeito da velocidade de trabalho de semeadoras sobre o desempenho de mecanismos dosadores de sementes do tipo disco alveolado horizontal, na semeadura de milho. - In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 27, 1998, Poços de Caldas - MG. *Anais*. Poços de Caldas: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, v.3. p. 43-5.

RAMBO, L.; COSTA, J. A.; PIRES, J. L. F.; PARCIANELLO, G. e FERREIRA F. G. Rendimento de grãos de soja em função do arranjo de plantas. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.33, n.3, p. 405-411, 2003.

REIS, E. F.; CUNHA, J. P. A. N.; FERNANDES, H. C., RONDÓN, P. P. Influência de mecanismos rompedores de solo no desempenho de uma semeadora-adubadora de plantio direto. *Revista Ciências Técnicas Agropecuárias*, Havana – Cuba, v. 12, n. 4, 2003.

REIS, G. N.; FURLANI, C. E. A.; SILVA, R. P.; LOPES, A.; CORTEZ, J. W.; GROTTA, D. C. C. Consumo de combustível do conjunto trator-semeadora-adubadora em função do uso da haste escarificadora e da velocidade de deslocamento. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 36, 2007, Bonito. *Anais...* Bonito: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 2007a. CD

REIS, G. N.; FURLANI, C. E. A.; SILVA, R. P.; CORTEZ, J. W.; GROTTA, D. C. C. Desempenho do conjunto trator-semeadora-adubadora em operação de semeadura. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 36, 2007, Bonito. *Anais...* Bonito: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 2007b. CD

RINALDI, P. C. N.; FERNANDES, H. C.; GONÇALVES, W. S.; SILVEIRA, J. C. M.; JÚNIOR, R. G. M. Influência de diferentes mecanismos rompedores e velocidades de trabalho no desempenho de uma semeadora-adubadora de plantio direto. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 36, 2007, Bonito. *Anais...* Bonito: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 2007. CD

RIZZARD, 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, v. 29, n.8, p.1.231-36, 1994.

RUSSINI, A.; SCHLOSSER, J. F.; DORNELLES, M. E.; SANTOS, P. M.; RIBAS, R. Demanda energética de uma semeadora adubadora na depressão central do Rio Grande do Sul obtida através de instrumentação eletrônica. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 39, 2010, Vitória. *Anais...* Vitória: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 2010. CD

SALGADO, J. S.; FERNANDES, B.; SILVA, T. C. A.; RESENDE, M. Comparação entre arados de aiveca e de disco no preparo de solo para a cultura do milho (*Zea mays* L.). *Revista Ceres*, v.30, p.261-7, 1983.

SANTOS, S. R.; PEREIRA, J. O.; NETO, P. H. W.; FEY, E. Espaço livre entre orifícios de discos dosadores e sementes de milho na eficiência de semeadura. *Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, v.23 n.2, p. 300-8. 2003a.

SANTOS, S.R.; WEIRICH NETO, P.; FEY, E.; WOBETO, C. Variáveis dimensionais de sementes de soja que influenciam o processo de semeadura. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v.7., n.1, p.177-181, 2003b.

SCHAMNE, J. A.; RONZELLI JUNIOR, P.; DAROS, E. ; KOEHLER, H. S. e KRINSKI, S. A. Arranjos espaciais para o feijoeiro em sistema de semeadura convencional. In:

CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 7, Viçosa. *Anais...* Viçosa: UFV - DFT, v. 01. p. 600-603, 2002.

SILVA, B. A., OLIVEIRA, C. A. O., LIMA, L. P., GUIMARÃES, E. C., TAVARES, M. Avaliação de uma semeadora-adubadora durante a implantação da cultura do milho. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 39, 2010, Vitória. *Anais...* Vitória: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 2010. CD

SILVA, F. M., COAN, O., NATALE, W. Influência da profundidade de semeadura com e sem uso de sulcador na cultura de milho (*Zea mays* L.). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 22, 1993, Ilhéus. *Anais...* SBEA/ CEPLAC. p. 1438-52

SILVA, J. G. da; KLUTHCOUSKI, J.; SILVEIRA, P. M. da. 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.

SILVA, R. P.; CORA, J. E.; FURLANI, C. E. A.; LOPES, A. Efeito da profundidade de semeadura e de rodas compactadoras submetidas a cargas verticais na temperatura e no teor de água do solo durante a germinação de sementes de milho. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v.32, n.3, p.929-937, 2008.

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

SILVEIRA, J. C. M. da; TIEPPO, F. C.; FILHO, A. G.; GENTELINI, D. P.; TORRES, D. G. B.; JÚNIOR, A. B.; BOLIGON, F.; KAJIYAMA, D. T. Uniformidade de distribuição de plantas e estande de milho (*Zea mays* L.) em função do mecanismo dosador de sementes e da velocidade de deslocamento da semeadora. - In: CONGRESSO

BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA,33, 2004, São Pedro - SP. *Anais*. São Pedro: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 2004. CD

SILVEIRA, J. C. M.; GABRIEL FILHO, A.; TIEPPO, R. C.; TORRES, D. G. B.; BALDESSIN JUNIOR, A.; BOLIGON, F. Uniformidade de distribuição de plantas e estande de milho (*Zea mays* L.) em função do mecanismo dosador de sementes. *Acta Sci. Agron.* Maringa, v.27, n.3, p.467-472, 2005a.

SILVEIRA, J. C. M.; MODOLO, A. J.; SILVA, S. L.; GABRIEL FILHO, A. Força de tração e potência de uma semeadora em duas velocidades de deslocamento e duas profundidades de deposição de sementes. *R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental*, Campina Grande, v.9, n.1, p.125-128, 2005b

SIQUEIRA, R.; ARAÚJO, A. G.; CASÃO JÚNIOR, R.; RALISH, R. Desempenho energético de semeadoras-adubadoras de plantio direto na implantação da cultura da soja (*Glycine max* L.). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 30, 2001, Foz do Iguaçu. *Anais...* Foz do Iguaçu: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 2001. 1 CD-ROM.

SOUZA, L. C. F.; CRUZ, J. C.; RAMALHO, M. A. P.; SALVADOR, N.; SILVA, J. B. Efeito da antecedência da gradagem ao plantio de milho no controle de plantas daninhas. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.31, p.789-93, 1996.

STIPP, O. J.; SILVA, S. L.; GABRIEL FILHO, A.; MODOLO, A. J. Avaliação do diâmetro do colmo em diferentes populações e espaçamento entre linhas da cultura do milho. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 32, 2003, Goiânia. *Anais...* Goiânia: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 2003, CD.

TOLEDO, A.; ALVES, P. J.; NASCIMENTO, J. M.; FURLANI, C. A.; SILVA, R. P. Produção de biomassa de milho para silagem em função da velocidade de semeadura.

In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 39, 2010, Vitória. *Anais...* Vitória: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 2010. CD

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

TOURINO, M. C. C.; VOLPATO, C. E. S.; SANTOS, A. P.; BARBOSA, J. A. Qualidade de semeadura na implantação da cultura do milho (*Zea mays* L.) por três semeadoras-adubadoras de plantio direto. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 36, 2007, Bonito. *Anais...* Bonito: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 2007. CD

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

VIGNA, G. P.; SANTOS, E. P.; SILVA, R. P.; FURLANI, C. E. A.; CANOVA, R.; CORTEZ, J. W. Distribuição de sementes em função de alterações no mecanismo dosador e velocidades de deslocamento. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 36, 2007, Bonito. *Anais...* Bonito: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 2007. CD

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

WEIRICH NETO, P. H.; SCHIMANDEIRO, A.; GIMENEZ, L. M.; COLET, M. J.; GARBUIO, P. W. Profundidade de deposição de semente de milho na Região dos Campos Gerais, PR. *Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, v.27 n.3, p. 782-786. 2007.