

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

**SISTEMA PLANTIO DIRETO: VELOCIDADE DE SEMEADURA
E POPULAÇÕES DE PLANTAS DE MILHO**

Fábio Alexandre Cavichioli

Engenheiro Agrônomo

JABOTICABAL – SÃO PAULO - BRASIL

Fevereiro de 2011

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

**SISTEMA PLANTIO DIRETO: VELOCIDADE DE SEMEADURA
E POPULAÇÕES DE PLANTAS DE MILHO**

Fábio Alexandre Cavichioli

Orientador: Prof. Dr. Carlos Eduardo Angeli Furlani

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

JABOTICABAL – SÃO PAULO - BRASIL

Fevereiro de 2011

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

FABIO ALEXANDRE CAVICHIOLI – nascido em Matão, São Paulo, no dia 16 de Dezembro de 1983, filho de Nicanor Cavichioli e Ivone Monezi Cavichioli. Coursou o 1º e 2º grau na Escola Estadual Vereador Antonio Comar em Dobrada, São Paulo. Em março de 2005 iniciou o curso de Agronomia no “Instituto Taquaritinguense de Ensino Superior”_ ITES - em Taquaritinga, São Paulo, durante a graduação realizei estágios em usinas de açúcar e álcool e cooperativas: usina Santa Luiza na cidade de Motuca, São Paulo, na usina Bonfim na cidade de Guariba, São Paulo e na Coopercitrus na cidade de Araraquara, São Paulo, concluindo-o em Dezembro de 2008. Em março de 2009 iniciei o curso de Mestrado em Agronomia, vinculada ao Programa de Ciência do Solo na Universidade Estadual Julio de Mesquita Filho_ UNESP – de Jaboticabal, São Paulo, desenvolvendo minhas atividades no Departamento de Engenharia Rural.

AGRADEÇO

À DEUS, por mais esta oportunidade em minha vida

Aos meus Pais, Nicanor Cavichioli e Ivone Monezi Cavichioli pelo carinho, paciência e confiança.

DEDICO

Ao meu irmão Fernando e sua esposa Marta

A minha avó Nedina,

A minha sobrinha Maria Fernanda,

Ao meu tio Francisco

As minhas tias Márcia e Neusa

E a minha futura esposa Viviane

OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

A Deus, por me proporcionar mais este momento de felicidade e realização.

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

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

Ao pesquisador e professor Dr. Rouverson Pereira da Silva pela imensa atenção e constante ajuda.

Ao pesquisador e professor Dr. Afonso Lopes pelos ensinamentos.

A Prof. Dra. Teresa Cristina Tarlé Pissarra pela orientação durante a graduação e pelo enorme apoio para eu entrar no Mestrado.

Aos amigos da pós-graduação Anderson de Toledo, José Maria do Nascimento, Rafael Scabello Bertonha, Leomar Paula de Lima, Marcelo Tufaile Cassia, Carlos Chioderoli, Edvaldo Pereira dos Santos, Ariel Compagnon, Melina Cais e Rafael Henrique Noronha pela contribuição e ajuda na instalação do experimento no campo, atividades científicas, sugestões e pela enorme amizade.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão da bolsa de estudos durante o curso.

A todos os assistentes do LAMMA, Aparecido Alves (Cidão), Sebastião F. da Silva (Tiãozinho), Valdecir Aparicio (Maranhão), pela grande colaboração na realização dos trabalhos e amizade.

Ao Departamento de Engenharia Rural da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – FCAV, UNESP.

Aos membros da banca examinadora.

Em especial aos meus pais que fizeram o possível para a realização dos meus objetivos durante meu trabalho.

Aos meus tios Francisco de Assis Monezi, Márcia Monezi e Neuza Puerta Cavichioli que sempre ofereceram carinho e grande incentivo pela minha formação.

A minha namorada e futura esposa Viviane Romana Rodrigues pelo grande apoio e colaboração durante o mestrado.

E para todas as pessoas que, de formas diferentes, contribuíram para a realização desse trabalho.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE TABELAS	ix
LISTA DE FIGURAS	x
RESUMO.....	1
ABSTRACT	2
I INTRODUÇÃO	3
II REVISÃO DE LITERATURA	5
2.1 A cultura do milho	5
2.1 Sistema Plantio Direto	6
2.2 Cobertura do solo:	8
2.3 Semeadora-adubadora para plantio direto	9
2.4 Demanda energética	10
2.5 Velocidade de deslocamento.....	12
2.6 Distribuição de plantas e produtividade da cultura	14
III MATERIAL E MÉTODOS	15
3.1 Localização da área experimental	15
3.2 Caracterização do trator	18
3.3 Caracterização da semeadora-adubadora	19
3.4 Aquisição de dados	19
3.5 Desempenho operacional do conjunto trator-semeadora-adubadora.....	19
3.5.1 Velocidade de deslocamento e capacidade de campo efetiva	19
3.5.2 Força e potência na barra de tração.....	20
3.5.3 Consumo horário de combustível	21
3.5.4 Consumo operacional de combustível.....	21
3.6 Teor de água no solo.....	22
3.7 Desenvolvimento da cultura	22
3.7.1 Profundidade de semeadura	22
3.7.2 Número médio de dias para emergência das plântulas.....	22

3.7.3	Distribuição longitudinal das plântulas	23
3.7.4	População inicial de plantas	23
3.7.5	Altura de inserção da espiga, altura de plantas e diâmetro do colmo	24
3.7.6	População final de plantas.....	24
3.7.7	Produtividade de grãos, matéria seca da parte aérea do milho e das plantas daninhas.....	24
3.7.8	Número de fileiras e número de grãos na fileira	25
IV RESULTADOS E DISCUSSÃO		26
V CONCLUSÕES.....		39
VI REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		40

LISTA DE TABELAS

Tabela	Página
TABELA 1. Análise granulométrica simples do solo na camada de 0 a 20 cm.	16
TABELA 2. Análise química do solo na camada de 0 a 20 cm.....	16
TABELA 3. Profundidade de semeadura e número médio de dias para emergência do milho.....	26
TABELA 4. Porcentagem de espaçamento normal, falho e duplo.....	28
TABELA 5. Estande Inicial, estande final e porcentagem de sobrevivência das plantas de milho.....	29
TABELA 6. Força de tração média e de pico na barra, e a potência média e de pico na barra de tração.....	30
TABELA 7. Capacidade de campo operacional (CCo), consumo operacional e consumo horário.....	32
TABELA 8. Altura e diâmetro do colmo das plantas de milho em épocas diferentes.....	34
TABELA 9. Altura de inserção da espiga e produtividade do milho.....	35
TABELA 10. Desdobramento para produtividade do milho.....	35
TABELA 11. Número de espigas número de fileiras por espiga e número de grãos por fileira em diferentes modalidades de semeadura.....	36
TABELA 12. Valores médios da análise de variância para massa seca da palha de milho, massa seca da planta daninha.....	38

LISTA DE FIGURAS

Figura	Página
Figura 1. Foto aérea da área experimental (Google Earth).....	15
Figura 2. Dados meteorológicos da temperatura média e da precipitação pluviométrica durante o ciclo da cultura do milho no período de 2008/09. Departamento de Ciências Exatas da FCAV – UNESP, Jaboticabal.	16
Figura 3. Croqui da área experimental, distribuição das parcelas no campo.	17
Figura 4. Trator Valtra BM110.	18
Figura 5. Semeadora-adubadora.	18
Figura 6. Datalogger CR23X.	18
Figura 7. Radar.	18
Figura 8. Célula de carga.	19
Figura 9. Medidor de consumo de combustível.....	19

RESUMO

A cultura do milho no Brasil tem importante papel sócio-econômico, pois desempenha uma função estratégica na cadeia produtiva. Para a indústria, o milho é uma matéria-prima que possibilita obtenção de subprodutos destinados a alimentação humana e animal. O presente trabalho teve como objetivo avaliar o desempenho operacional relacionando o efeito da velocidade de deslocamento de um conjunto trator-semeadora-adubadora combinado com três populações de plantas (número de sementes por metro) na demanda energética do conjunto, na quantificação das características agrônômicas referente a cultura do milho e análises físicas e químicas do solo. O experimento foi implantado na área da Fazenda de Ensino, Pesquisa e Produção da UNESP/Jaboticabal, SP, o solo da área experimental é classificado como LATOSSOLO Vermelho eutroférico típico, A moderado, textura argilosa. O experimento foi constituído de um esquema fatorial 2x3 conduzido sob delineamento experimental de blocos casualizados com tratamentos sob duas velocidades de deslocamento do conjunto trator-semeadora-adubadora ($6,5 \text{ km h}^{-1}$ e $4,5 \text{ km h}^{-1}$), definidas em função da potência do trator a ser utilizado, e três populações de plantas de milho (55.000, 65.000 e $75.000 \text{ plantas ha}^{-1}$), definidas em função do híbrido utilizado, com quatro repetições, perfazendo um total de 24 parcelas. Foram analisadas as variáveis referentes a demanda energética da operação de semeadura como: força e potência na barra de tração, consumo horário e operacional de combustível e capacidade de campo operacional. Variáveis referentes a cultura: número médio de dias para emergência das plântulas de milho, população inicial e final de plantas, altura de inserção da espiga viável, altura de plantas e diâmetro do colmo, número de fileiras, número de grãos na fileira e índice de espigas, produtividade de grãos e massa de palha de milho e plantas daninhas. A velocidade de deslocamento influenciou na potência, na capacidade de campo operacional e no consumo horário, aumentando essas variáveis e no consumo operacional diminuindo essa variável, a população de plantas de milho influenciou no diâmetro do colmo, sendo a menor população que proporcionou o maior diâmetro, a combinação da maior velocidade de semeadura ($6,5 \text{ km h}^{-1}$) com a população de 65 mil plantas por hectare proporcionou a maior produtividade.

PALAVRAS-CHAVE: Desempenho operacional, máquinas agrícolas, semeadora-adubadora, LATOSSOLO vermelho eutroférico

NO-TILLAGE SYSTEM: SPEED OF SOWING AND CORN POPULATIONS

ABSTRACT

The maize crop in Brazil has an important socioeconomic role that it plays a strategic role in the production chain for the industry, corn is a feedstock that allows obtaining products intended for human consumption and animal feed. This study aimed to evaluate the operational performance relating the effect of forward speed of a tractor-planter combined with three plant densities (number of seeds per meter) and the energy demand of the set, the quantification regarding agronomic corn and analysis physical and chemical of soil. The experiment was established in the area of Finance Education, Research and Production, UNESP / Jaboticabal, SP, the experimental area is classified as Typic Eutrudox, moderate, clayey. The experiment consisted of a 2x3 factorial conducted under randomized block design. treatments under two travel speeds of the tractor-planter (6.5 km h^{-1} and 4.5 km h^{-1}), defined according to the power of the tractor to be used, and three plant populations of maize (55.000, 65.000 and 75.000 plants ha^{-1}), defined depending on the hybrid used, with four replications, a total of 24 plots. We analyzed the variables of energy demand in the sowing operation such as strength and power at the drawbar, fuel consumption and fuel and operating performance in field operations. Variables related to culture: the average number of days to emergence of corn seedlings, initial and final population of plants, height of ear insertion viable, plant height and stem diameter, number of rows, number of grains in the row index and cob, yield and mass of cornstalks and weeds. The speed of movement influence on power, operational field capacity and fuel consumption, increasing these variables and consumption reducing operating this variable, the population of corn plants in the affected stem diameter, with the smallest population in the highest diameter The combination of higher speed of seeding (6.5 km h^{-1}) with a population of 65.000 plants per hectare resulted in increased productivity.

Key words: operational performance, agricultural mechanization, seeders-fertilizer, oxisol

I INTRODUÇÃO

O milho tem uma importância econômica que é caracterizada pelas diversas formas de sua utilização, que vai desde a alimentação animal até a indústria de alta tecnologia.

O uso do milho em grão como alimentação animal representa a maior parte do consumo desse cereal, isto é, cerca de 70% no mundo. Cerca de 50% é destinado a esse fim nos Estados Unidos, enquanto que no Brasil varia de 60 a 80%, dependendo da fonte da estimativa e de ano para ano. Devido à sua versatilidade de uso, pelos desdobramentos de produção animal e pelo aspecto social, o milho é considerado um dos mais importantes produtos do setor agrícola no Brasil. Portanto, existem inter-relações com outras cadeias produtivas, aumentando a importância da produtividade.

Semear é uma prática milenar e da sua qualidade depende o sucesso e produtividade de uma cultura agrícola. Somente é possível pensar em retorno econômico e sustentabilidade dos cultivos anuais com uma semeadura bem executada. O solo, parte crucial desse processo, exerce funções fundamentais tais como retenção e fornecimento de água e nutrientes que são imprescindíveis ao desenvolvimento das plantas. E, portanto, este deve ser usado e manejado de tal maneira que possa exercer suas funções adequadamente e com perpetuidade.

A degradação dos solos agrícolas por práticas de manejo com mobilização excessiva levou-os a exaustão, o que fez com que se buscassem alternativas conservacionistas para a prática de agricultura. Entre estas, surge o denominado sistema plantio direto (SPD), deve-se ter em média 30% de palhada da cultura antecessora para implantar o Sistema Plantio Direto.

O SPD está cada vez mais presente na agricultura brasileira, sendo um método que visa maior conservação do solo e conseqüentemente a diminuição do tráfego de máquinas agrícolas, tendo como princípio a semeadura diretamente em solo não revolvido e representa uma alternativa tecnológica que pode contribuir para o desenvolvimento de uma agricultura sustentável em regiões de clima tropical, como o do Brasil. Ainda neste sistema, um fator que está ligado à produtividade das culturas é a quantidade e distribuição de plantas no ambiente, sendo assim, para que se obtenham diferentes densidades ou populações de plantas, é necessária uma variação na

regulagem da semeadora-adubadora. Quantidades diferentes de plantas por hectare resultam em espaçamentos diferentes entre plantas e sua distribuição por metro. A possível interação entre densidade de semeadura e velocidade de deslocamento tem importância na avaliação de semeadoras-adubadoras para plantio direto.

A avaliação do desempenho de semeadoras-adubadoras é uma ferramenta indispensável aos produtores que buscam competitividade de mercado e sucesso da produtividade. As falhas na semeadura podem acarretar perdas na produtividade. Diversos fatores podem interferir na operação de semeadura podendo estar relacionados à semente, solo, máquina, clima e operador.

A semeadora-adubadora com mecanismo pneumático de distribuição de sementes propicia o trabalho em maiores velocidades quando comparado ao mecânico; dessa forma espera-se que não apresente variações significativas em operação com duas velocidades de trabalho. Da mesma forma, a variação da população de plantas (sementes por metro), também não deve ser influenciada pela velocidade. Diante disso o presente trabalho teve como objetivo avaliar o desempenho operacional relacionando o efeito da velocidade de deslocamento de um conjunto trator-semeadora-adubadora combinado com três populações de plantas (número de sementes por metro) na demanda energética do conjunto e no desempenho da cultura do milho, analisando-se força e potência na barra de tração, consumo de combustível, número médio de dias para a emergência, estande inicial e final, espaçamento entre plântulas e produtividade e no solo: análises granulométricas, fertilidade e o teor de água.

II REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A cultura do milho

O milho (*Zea mays* L.) em função do seu potencial produtivo, composição química e valor nutricional, constituiu-se em um dos mais importantes cereais cultivados e consumidos no mundo. Utilizado tanto na alimentação humana e animal, tem relevante papel socioeconômico e indispensável matéria prima impulsionadora de diversos complexos agroindustriais (FANCELLI & DOURADO NETO, 2000). A área cultivada com milho, safra 2009/2010 foi de 7,85 milhões de hectares e a produção, está estimada em 34,65 milhões de toneladas (CONAB, 2010). O Brasil se destaca como o terceiro maior produtor mundial, ficando atrás apenas dos Estados Unidos e da China.

O uso do milho em grão como alimentação animal representa a maior parte do consumo desse cereal. Devido à sua versatilidade de uso, pelos desdobramentos de produção animal e pelo aspecto social, o milho é considerado um dos mais importantes produtos do setor agrícola no Brasil. O milho é cultivado em todos os Estados do Brasil, tanto na agricultura familiar quanto na de exportação e está presente em todas as cadeias produtivas, sendo certamente, o de maior importância econômica e social em nível mundial. Em termos de área semeada e de produção de grãos é o segundo cereal de maior importância no Brasil, perdendo somente para a cultura da soja. (PINAZZA et al. 2001)

No ano de 2007 foram lançadas 36 novas cultivares substituindo 37 antigas. Existem no Brasil atualmente 278 cultivares com características como, produtividade, capacidade de adaptação, tolerância às doenças e exigências gerais de mercado (PRIMAIZ, 2008).

PEREIRA FILHO et al. (2008) colocam um aspecto importante da cultura do milho que é a densidade de semeadura. O estande de semeadura é uma das causas responsáveis pela baixa produtividade de milho no Brasil que é de 34 milhões de toneladas, os Estados Unidos que produz 326,15 milhões de toneladas e da China que produz 150 milhões de toneladas. O potencial de produtividade está enquadrado em algumas variáveis como a densidade de semeadura, espaçamento entre linhas,

disponibilidade de água, nutrientes, manejo das plantas daninhas e variações climáticas.

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

2.1 Sistema Plantio Direto

O Plantio Direto é um sistema em que a colocação de sementes é feita em sulco com profundidade e largura adequada para cobertura e contato da semente com o solo, em solos não mobilizados. A semeadura é feita em solo coberto por uma camada residual da cultura anterior e resíduos de plantas mortas por herbicidas dessecantes (MUZILLI, 1981).

Neste contexto, o Plantio Direto destaca-se pela menor intensidade de mobilização do solo e pela redução da frequência de tráfego de máquinas sobre o terreno e por manter sobre a superfície do mesmo uma quantidade maior de massa vegetal (FURLANI et al., 2007a).

O sistema plantio direto na agricultura completamente mecanizada é definido como um sistema de semeadura no qual a semente é depositada diretamente em solo não preparado. MIALHE (1996) relata que o plantio direto pode ser realizado sobre uma palhada com duas possíveis e distintas origens: restos de culturas anterior, devidamente manejados por métodos químicos ou mecânicos ou sobre uma massa vegetal originada da semeadura de algum adubo verde.

Segundo FIORIN (2007), o sistema de plantio direto está baseado na manutenção permanente de uma quantidade mínima de palha na superfície do solo. Os sistemas de produção que adicionam grandes quantidades de resíduos são altamente eficientes no controle de erosão e melhora dos atributos do solo. A produção de palhada é consequência dos sistemas utilizados e das condições que proporcionam expressão do potencial das culturas em produção de grãos e palha.

A cultura de soja apresenta produção de palha bem inferior comparativamente as culturas de milho e sorgo. Segundo CASÃO JUNIOR et al. (2000a), o plantio direto se expandiu visando a redução de efeitos negativos ocasionados no solo. A partir da década de 80 as pesquisas se intensificaram no setor produtivo, objetivando reduzir a mobilização do solo, erosão e compactação que resultavam na redução da produtividade. Um enfoque estratégico para manejo e conservação do solo e água era atuar em microbacias hidrográficas, onde utilizar o sistema de plantio direto promoveria aumento de cobertura do solo. Assim, aumentaria a infiltração de água e controle de escoamento superficial. A expansão deste sistema teve enfoque em função do manejo conservacionista e economia em relação a combustíveis e diminuição do número de operações.

Na tentativa de se minimizar os problemas decorrentes do plantio convencional, a partir da década de 90 intensificou-se o interesse pelo sistema plantio direto, esta técnica, visualizada como técnica conservacionista, proporciona a melhoria das propriedades químico-físicas do solo e a conservação por períodos mais prolongados da água e da matéria orgânica, proporcionando condições para o aumento da capacidade produtiva do solo (ALVES, 1992).

De acordo com LOPES (1996), estes sistemas têm como lado positivo o aumento do teor de matéria orgânica do solo, que melhora as propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, assim como reduz as perdas de nutrientes por erosão. A preservação dos resíduos vegetais sobre o solo auxilia na manutenção da umidade em períodos de secas prolongadas, protege o solo contra a radiação solar e do impacto direto das gotas de chuva, diminui os gradientes de variação da temperatura na superfície do solo e aumenta a atividade de microrganismos nas camadas superficiais.

A matéria orgânica no solo é considerada um requisito fundamental para o bom funcionamento do sistema do plantio direto, obtida de processos físicos, químicos ou biológicos. No plantio direto há uma tendência de aumento da matéria orgânica no solo em função da redução da sua taxa de decomposição e por promover o acúmulo de resíduos no sistema manejado adequadamente (BARBOSA, 2009).

Além disso, esta camada de material vegetal sobre o solo, pode contribuir no manejo de plantas daninhas, uma vez que reduz a emergência de plântulas devido ao sombreamento ou até mesmo por efeito alelopático (GROTTA, 2008)

Para CORTEZ et al. (2008), a utilização do sistema de plantio direto passou a ser vista como uma importante ferramenta no manejo dos solos, se houver manejo com preparo convencional não conservam os solos, ou ainda, acabam incorporando o problema da erosão, pelo araste de solo, levando a parte mais fértil do solo. Isso não significa que no sistema plantio direto não ocorre movimentação de água embaixo da palha, mas, é menor quando comparada ao preparo convencional.

BRANQUINHO et al. (2004) afirmam que a técnica de implantar uma cultura em solo não revolvido por implementos e menor intensidade de mobilização do solo com restos culturais na superfície, constitui o sistema de plantio direto. A rotação de culturas e o sistema de plantio direto promovem vantagens destacando a menor necessidade de água para o início do plantio, menor gasto de combustível, aumento de atividade biológica no solo devido ao aumento de teor de matéria orgânica e menor perda por erosão. A cultura de cobertura pode ser manejada por cultivo mecânico utilizando trituradores de palha, roçadora e rolo faca. Também são utilizados o cultivo químico, com herbicidas, ambos os manejos acarretam sobre a superfície do solo vegetação e decomposição diferenciada dos resíduos vegetais.

2.2 Cobertura do solo:

PORTELLA et al. (1993) comentam que a presença de resíduos de culturas sobre o solo durante um período de tempo é extremamente importante, do ponto de vista da manutenção dos níveis de matéria orgânica, taxa de infiltração de água, conservação do solo e também do controle de plantas daninhas.

SIQUEIRA et al. (1997) citam que a implantação de plantas de cobertura do solo, conhecidas como adubos verdes, é uma das formas de manejo que pode diminuir a erosão hídrica, principalmente devido a redução da energia cinética das gotas da chuva, além de possibilitar economia de água.

Nas culturas implantadas com a finalidade de cobertura do solo, a adubação verde e mesmo as produtoras de grãos com alta produção de biomassa na parte aérea, torna-se, por vezes, necessário um manejo especial para fracionar, reposicionar e/ou colocar o material em contato com a superfície do solo. Essa operação está diretamente

relacionada ao tipo de preparo do solo que será realizado e aos mecanismos sulcadores das semadoras-adubadoras (LEVIEN et al., 1998).

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

2.3 Semeadora-adubadora para plantio direto

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

SIQUEIRA et al., (2001). Relatam que no sistema plantio direto são requeridas máquinas específicas para semeadura que minimizem o revolvimento de solo e remoção da cobertura vegetal. Neste contexto, as semeadoras foram as máquinas que mais sofreram modificações, devido a necessidade de realizar o corte da cobertura vegetal, a penetração do sulcador para abertura do sulco e mecanismo de aterramento.

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

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

Os componentes de ataque ao solo incluem disco de corte de palha e sulcador para fertilizante, que podem ser de dois tipos: discos ou hastes, sendo que estes últimos tem sido usados com mais frequência, pela maior capacidade de penetração no

solo (MODOLO et al., 2008). Porém, o disco de corte e a haste sulcadora, que são necessários para o corte da palha e abertura de um sulco para deposição de fertilizante e sementes, em geral mobilizam muito o solo (IAPAR 2002).

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

De acordo com MARQUES (2004) e AMADO et al. (2005) a eficiência das semeadoras-adubadoras é avaliada pela qualidade e quantidade de trabalho que executam. A quantidade é obtida pela capacidade operacional e os fatores que interferem mais diretamente são a largura de trabalho e a velocidade de deslocamento. Por outro lado, a qualidade requer a obtenção de uma população de plantas com densidade pré-estabelecida, obtida pela combinação de fatores, dentre eles, qualidade das sementes, adequado preparo do sulco de semeadura, cobertura das sementes e contato com o solo e água, localização das sementes no solo tanto em profundidade como em posição na linha de semeadura, espaçamento entre plantas, manutenção da cobertura do solo e uniformidade de emergência de plântulas.

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

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

2.4 Demanda energética

Segundo a ASAE (1996), a força de tração para semeadoras de precisão 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. LEVIEN et al. (1999) encontraram valores de força de tração de 3,24 a 3,64 kN por fileira de semeadura em solo argiloso, não diferindo significativamente entre o preparo convencional do solo, escarificação e plantio direto. Os mesmos autores encontraram ainda que a necessidade de potência na barra para a operação de semeadura, no sistema de preparo convencional do solo, foi de 19,9 kW.

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

FURLANI et al. (2004a) não encontraram diferença significativa para a força de tração em função das velocidades que foram de 6,3 km h⁻¹ e 8,6 km h⁻¹, e seu valor ficou em 12,16 kN para a maior. No mesmo trabalho, os diferentes preparos do solo não influenciaram a potência e a força na barra de tração, porém quando se passou de 6,3 para 8,6 km h⁻¹ exigiu-se 22% mais de potência na barra. Ainda em função das velocidades, não houve diferença para o consumo por área e específico, sendo 5,60 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.

MAHL (2006) encontrou 12% de aumento no consumo horário de combustível para cada km h⁻¹ de aumento na velocidade de deslocamento, na operação de semeadura. Resultado semelhante foi encontrado por FURLANI et al. (2007b) que, estudando o desempenho operacional de semeadora-adubadora em manejos da cobertura e velocidade, constataram um aumento do consumo horário de combustível de 6,8%, da velocidade de deslocamento 4,0 para 5,0 km h⁻¹, e 11,5% de 5,0 para 6,0 km h⁻¹. Também encontraram efeito da velocidade de deslocamento sobre o aumento do consumo horário de combustível OLIVEIRA (1997) e MAHL et al. (2005).

OLIVEIRA et al. (2000) observaram diferença significativa no consumo horário de combustível ao variar a velocidade de deslocamento. Também houve diferença significativa para o consumo operacional, onde o maior foi verificado na velocidade de 5 km h⁻¹. Esse valor na menor velocidade justifica-se pela redução da capacidade

operacional do conjunto trator-semeadora em relação à maior velocidade. Comportamento semelhante também foi encontrado por MAHL & GAMERO (2003).

Para BORSATTO (2005), 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 ($12,9 \text{ L h}^{-1}$) e o menor consumo por área ($5,66 \text{ L ha}^{-1}$). O consumo horário e consumo por área para semeadura em plantio direto foi de ($13,35 \text{ L h}^{-1}$ e $6,62 \text{ L ha}^{-1}$).

2.5 Velocidade de deslocamento

De acordo com ARAÚJO et al. (2001), a velocidade de deslocamento e o tipo de mecanismo sulcador são fatores importantes para a definição do requerimento de potência do trator para efetuar a operação de semeadura.

Com relação ao aumento da velocidade ($4,4$; $6,1$ e $8,1 \text{ km.h}^{-1}$), MAHL et al. (2004), na operação de semeadura de milho em solo argiloso, utilizando uma semeadora-adubadora de seis linhas espaçadas de 0,45 m, o aumento da velocidade de deslocamento de $4,4$ para $8,1 \text{ km h}^{-1}$ proporcionou aumento de 86% na capacidade operacional do conjunto, com incremento de 96% na demanda de potência na barra de tração e redução de 26% no consumo de combustível por área trabalhada.

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

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

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

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

Quanto à distribuição de sementes, SILVA & SILVEIRA (2002), concluíram que o número de sementes de milho na linha de semeadura é afetada pelas velocidades da semeadora-adubadora de 9 e 11,2 km h⁻¹, que reduzem a quantidade de sementes distribuídas por metro em relação às velocidades de 3 e 6 km h⁻¹. Os autores observaram ainda que as velocidades de operação da semeadora-adubadora de até 6 km h⁻¹ e a adubação realizada a 10 cm de profundidade, propiciam maior estande de plantas, quantidade de espigas e produtividade, em comparação com as velocidades de 9 e 11,2 km h⁻¹.

CANOVA et al., 2007. avaliando as velocidades de deslocamento de 6,0, 8,0 e 9,0 km h⁻¹ associadas a modificações em mecanismos dosadores de sementes, os autores corroboraram a afirmação de que aumentos na velocidade de deslocamento interferem na distribuição de sementes, sendo que a menor velocidade proporcionou densidades de semeadura mais próximas da densidade almejada. Estes resultados estão em acordo com os apresentados por CORTEZ et al. (2006), que estudou as velocidades de 4,24, 4,8 e 6,0 km h⁻¹ para a cultura da soja. Os autores constataram que a elevação da velocidade de deslocamento diminuiu o número de espaçamentos aceitáveis em uma semeadora-adubadora pneumática, no sentido de que quanto maior

foi a velocidade, menor a quantidade de espaçamentos aceitáveis e maior a quantidade de espaçamentos falhos.

2.6 Distribuição de plantas e produtividade da cultura

A maximização do potencial produtivo das plantas cultivadas depende da duração do período de interceptação da radiação solar incidente, da eficiência de uso da radiação interceptada na fotossíntese e da distribuição adequada dos fotoassimilados produzidos para atender às diferentes demandas (SANGÓI et al., 2002).

Para a cultura do milho o aumento de sua produção depende do estande final de plantas estabelecida, esta população vegetal é dada em função da capacidade de suporte do meio e do sistema de produção utilizados, do tempo de duração de áreas foliares fotossinteticamente ativas, da produtividade do genótipo usado, da época de semeadura e da adequada distribuição espacial das plantas. (FANCELLI, 2000).

As duas formas básicas de modificar o arranjo de plantas são através de alterações na densidade de semeadura e espaçamento entre linhas. Para a cultura do milho, o interesse em reduzir o espaçamento entre linhas tem aumentado nas regiões brasileiras com estação estival de crescimento reduzida, devido a vantagens potenciais, tais como a maior eficiência de uso da radiação solar (SANGÓI et al., 2002). Através do aumento na eficiência da interceptação de luz e do melhor aproveitamento da água e nutrientes disponíveis, acréscimos na produtividade podem ser obtidos pelo aumento da densidade de semeadura associado à redução do espaçamento entre linhas (PALHARES, 2003).

Em sistema plantio direto, PEREIRA et al. (2008), concluiu que, isoladamente, as práticas de manejo de redução do espaçamento e densidade de plantas não alteram a produtividade do milho. Os autores verificaram que a associação das práticas de manejo, redução no espaçamento e aumento na população de plantas, resultou em significativo incremento na produtividade de grãos de um dos híbridos estudados. A afirmação anterior corrobora a de outros autores, que afirmam que a potencialização no rendimento pelo arranjo de plantas é variável de acordo com a base genética do híbrido (ARGENTA., 2001; MARCHÃO et al., 2005).

III MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Localização da área experimental

O experimento foi conduzido na área da Fazenda de Ensino, Pesquisa e Produção da UNESP/Jaboticabal, no Estado de São Paulo, no período de dezembro de 2009 a abril de 2010, localizada nas coordenadas geodésicas 21°14' latitude Sul e 48°17' longitude Oeste, com altitude média de 595 metros e declividade média de 4% (Figura 1). O solo da área experimental é classificado como LATOSSOLO Vermelho eutroférico Típico A moderado, textura argilosa e relevo suave ondulado, de acordo com ANDRIOLI & CENTURION (1999).



Figura 1. Foto aérea da área experimental (Google Earth).

Segundo a classificação de Köppen, o clima da região é classificado do tipo Aw, definido como tropical úmido com estação chuvosa no verão e seca no inverno, com temperatura média anual em torno de 22°C. A amplitude térmica anual, com temperatura média no mês mais frio em torno de 18°C e a temperatura mais quente em torno de 32°C. Esta região apresenta precipitação pluviométrica média anual de 1735 mm, (Figura 2).

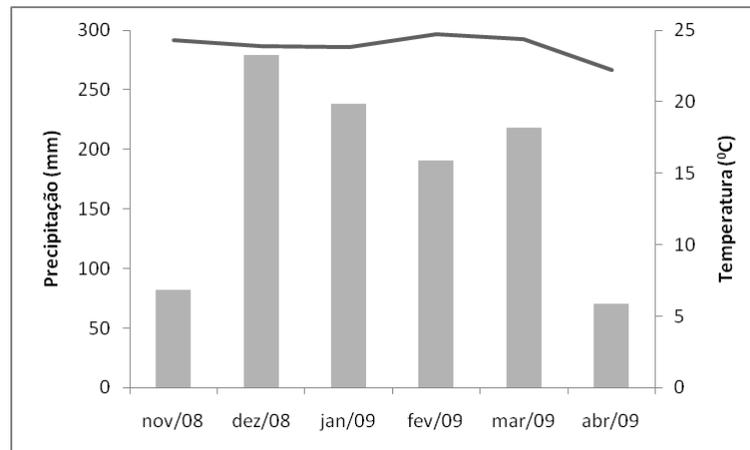


Figura 2. Dados meteorológicos da temperatura média e da precipitação pluviométrica durante o ciclo da cultura do milho no período de 2008/09. Departamento de Ciências Exatas da FCAV – UNESP, Jaboticabal.

As análises, granulométrica (Tabela 1) e química do solo (Tabela 2) foram amostradas na profundidade de 0 a 20 cm, realizadas antes da implantação do experimento.

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	100	100	Argiloso

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

Ph	M.O.	P.resina	K	Ca	Mg	H+Al	SB	T	V
CaCl_2	g dm^{-3}	mg dm^{-3}	$\text{mmol}_c \text{dm}^{-3}$						
4,9	27	37	3,9	24	9	42	36,9	78,9	57

Adotou-se no experimento o esquema fatorial 2x3 conduzido sob delineamento experimental de blocos casualizados, com seis tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos de duas velocidades de deslocamento do conjunto

trator-semeadora-adubadora (6,5 e 4,5 km h⁻¹), definidas em função da potência do trator e três populações de plantas de milho (55.000, 65.000 e 75.000 plantas ha⁻¹), definidas em função do híbrido utilizado, perfazendo um total de 24 parcelas. Na semeadura foram utilizados sementes de milho híbrido simples e ciclo precoce, DEKALB (DKB 390).

As análises dos resultados foram processadas com o programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2003), realizando-se a análise de variância e aplicando-se o teste F e, quando houver significância, o teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Cada parcela ocupou uma área de 300 m², sendo 25 m de comprimento por 12 m de largura. Entre as parcelas foram deixados, no sentido longitudinal, 15 m, destinados a manobras e estabilização da velocidade de deslocamento do conjunto trator-semeadora-adubadora (Figura 3).

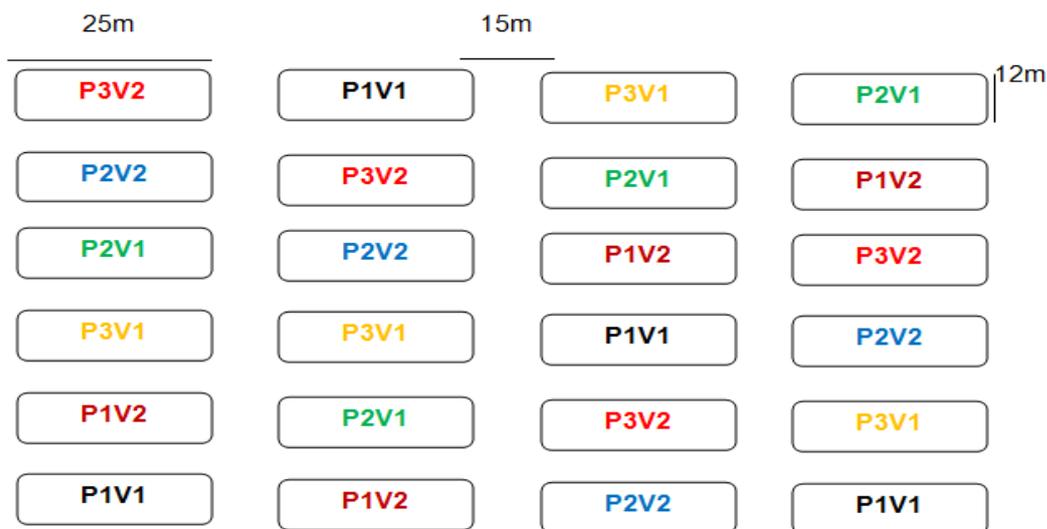


Figura 3. Croqui da área experimental, distribuição das parcelas no campo.

em que:

P1 - População com 55.000 plantas ha⁻¹;

P2 - População com 65.000 plantas ha⁻¹;

P3 - População com 75.000 plantas ha⁻¹;

V1 - Velocidade de 6,5 Km h⁻¹, e

V2 - Velocidade de 4,5 Km h⁻¹.

3.2 Caracterização do trator

Foi utilizado um trator da marca Valtra, modelo BM110, 4x2 TDA, com potência de 83,3 kW (110 cv) no motor, na rotação de 2.300 rpm (Figura 4).



Figura 4. Trator Valtra BM110.



Figura 5. Semeadora-adubadora.



Figura 6. Datalogger CR23X.



Figura 7. Radar.



Figura 8. Célula de carga.

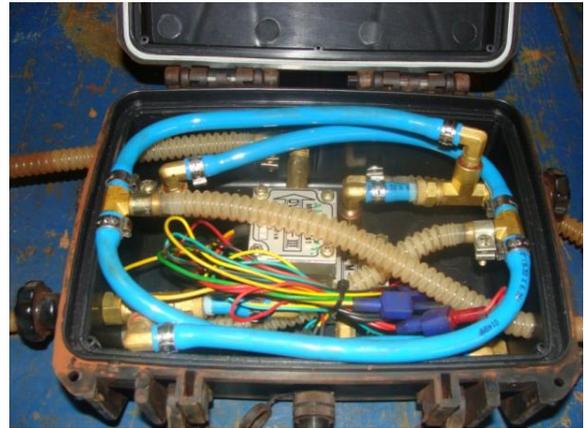


Figura 9. Medidor de consumo de combustível.

3.3 Caracterização da semeadora-adubadora

Para a operação de semeadura foi utilizada uma semeadora-adubadora de precisão da Marchesan, modelo COP Suprema 7/4, com disco vertical pneumático para distribuição de sementes, distribuidor helicoidal de adubo, haste sulcadora para abertura do sulco de deposição do adubo e discos duplos para sementes, com profundidade de deposição regulada para 4 cm e rodas aterradoras-compactadoras duplas em "V", operando com 4 fileiras de semeadura e espaçamento entre fileiras de 0,90 m, com largura útil de 3,6 m (Figura 5).

3.4 Aquisição de dados

Para realizar a aquisição e armazenamento dos dados referentes à força de tração, potência, velocidade de deslocamento e consumo de combustível foi utilizado um sistema composto pelo Micrologger CR23X da Campbell Scientific Inc. (Figura 6).

3.5 Desempenho operacional do conjunto trator-semeadora-adubadora

3.5.1 Velocidade de deslocamento e capacidade de campo efetiva

A velocidade real de deslocamento do conjunto trator-semeadora-adubadora foi mensurada por meio de um radar marca Dickey John, modelo RVS II, (figura 7),

instalado na lateral direita do trator, disposto em ângulo de 45° com a horizontal, à frequência de 1 Hz.

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

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

em que,

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

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

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

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

0,36 = fator de conversão de unidade

3.5.2 Força e potência na barra de tração

A força requerida na barra de tração (FT) foi medida utilizando-se uma célula de carga M. Shimizu, modelo TF 400, com capacidade de 10 kN e precisão de ± 1 N, instalada em um berço sobre a barra de tração do trator e o cabeçalho da semeadora-adubadora, (figura 8). Para efetivar a medição é necessário retirar o pino da barra de tração. Foi realizada uma aquisição a cada segundo, e em seguida calculado o valor médio na parcela. A força de tração de pico foi representada pelo maior valor obtido na parcela.

O cálculo da demanda média de potência na barra de tração foi realizada segundo a equação (2).

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

Em que:

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

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

v = velocidade de deslocamento (m s⁻¹).

A potência de pico foi calculada utilizando-se da mesma equação para o cálculo da potência média, com a mudança de força de tração média para força de tração de pico.

3.5.3 Consumo horário de combustível

O consumo de combustível foi determinado em todas as parcelas experimentais em unidade de volume (mL), por meio da diferença entre os volumes de combustível medidos antes da bomba injetora e no retorno, obtendo-se o volume realmente utilizado pelo trator durante o percurso, o sistema consiste em dois conjuntos, um para a alimentação da bomba injetora e o outro de retorno. Cada conjunto contém um medidor de fluxo da marca Oval Corporation, modelo Flowmate LSN 48, com precisão de 1% sobre a vazão nominal, e vazão máxima de 100 L h⁻¹, e um sensor de temperatura do tipo resistivo, modelo PT 100 (figura 9), (resistência de 100 ohms a 0°C). Os valores de fluxo de combustível foram obtidos em mL conforme descrito por LOPES et al (2003).

3.5.4 Consumo operacional de combustível

O consumo operacional de combustível (CO) foi calculado com base no consumo horário e na capacidade de campo operacional, sendo expresso em L ha⁻¹ (equação 3).

$$CO = \frac{CVol}{CCo} \quad (3)$$

em que,

CO = consumo operacional de combustível (L ha⁻¹);

CVol = consumo volumétrico (L h⁻¹);

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

3.6 Teor de água no solo

Para a determinação do teor de água no solo foram coletadas amostras nas camadas de 0 a 10 cm e de 10 a 20 cm de profundidade. Utilizou-se para a coleta das amostras um trado, sendo o solo acondicionado em latas de alumínio e colocadas a estufa a 105°C até a massa constante, de acordo com a metodologia da Embrapa.

Os resultados do teor de água do solo no momento da semeadura foi na camada de 0-10 cm com 20% e na camada de 10-20 cm com 21% de umidade.

3.7 Desenvolvimento da cultura

3.7.1 Profundidade de semeadura

A profundidade de semeadura foi obtida após a passagem da semeadora-adubadora, coletando-se três amostras em cada parcela. Com auxílio de um canivete cavou-se o solo até encontrar a semente e em seguida com o uso de uma régua graduada, mediu-se do nível do solo até a semente encontrada no sulco, a profundidade de semeadura foi determinada pela média das três amostras de profundidade.

3.7.2 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 dessas plântulas emergidas, considerando-se qualquer parte plântulas visíveis sob o solo, até a estabilização, em três metros nas duas fileiras centrais de cada parcela, calculado de acordo com a equação (4) de EDMOND & DRAPALA (1958).

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

Em que:

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

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

G1 = Número de plantas emergidas na primeira contagem;

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

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

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

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

3.7.3 Distribuição longitudinal das plântulas

A distribuição longitudinal entre as plântulas na fileira de semeadura foi determinada mediante a mensuração da distância entre todas as plantas existentes numa faixa de 3 metros, em duas fileiras centrais de cada parcela, sendo o espaçamento entre plântulas medido com régua graduada.

Os espaçamentos entre as plântulas (X_i) foram analisados mediante classificação proposta por Kurachi et al. (1989), determinando-se o percentual de espaçamentos correspondentes às classes: normal ($X_{ref} < X_i < 1,5 X_{ref}$), múltiplo ($X_i < 0,5 X_{ref}$) e falho ($X_i > 1,5 X_{ref}$), baseado em espaçamento de referência (X_{ref}) de acordo com a regulagem da semeadora.

Para expressar a regularidade dos espaçamentos entre plântulas, foi determinado o coeficiente de variação de todos os espaçamentos.

3.7.4 População inicial de plantas

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

3.7.5 Altura de inserção da espiga, 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 que o diâmetro do colmo foi obtido com o uso de paquímetro digital com precisão de 0,1 mm, foram realizadas 3 medições em diferentes épocas durante o ciclo da cultura 40, 80 e 120 dias. Obteve-se o diâmetro médio do colmo, devido ao seu formato elíptico, por meio da medição do maior e menor diâmetro, no internódio situado acima do primeiro nó das raízes adventícias. As medidas de altura de inserção da primeira espiga, altura de plantas e diâmetro do colmo foram obtidos no mesmo local da contagem do número médio de dias para emergência, em 5 plantas seguidas nas duas fileiras centrais da parcela (5 plantas por fileira).

3.7.6 População final de plantas

A população final foi obtida no mesmo local da contagem do número médio de dias para emergência, contando-se as plantas dos três metros de cada fileira, das duas fileiras centrais de cada parcela no dia da colheita. Esses valores foram convertidos em plantas por hectare.

3.7.7 Produtividade de grãos, matéria seca da parte aérea do milho e das plantas daninhas

Para a variável produtividade dos grãos, foram colhidas manualmente as espigas dos três metros de cada fileira, nas duas fileiras centrais de cada parcela, após o momento em que a cultura atingiu o ponto de maturação fisiológica e umidade próxima de 18%. As espigas foram trilhadas em uma máquina estacionária e determinou-se a massa de grãos, corrigida para 13% de teor de água. Os valores obtidos foram transformados em Kg ha^{-1} .

A massa de matéria seca foi determinada, após a colheita, recolhendo-se todo o material vegetal encontrado dentro de uma armação metálica de lados iguais (0,5 x 0,5

m) com uma área de 0,25 m², separando material vegetal das plantas de milho e material vegetal das plantas daninhas, essa armação foi lançada ao acaso em cada parcela, o material foi separado e seco em estufa a 70°C por um período de 48 horas, depois de seco esse material foi pesado separadamente e transformados em Kg ha⁻¹.

3.7.8 Número de fileiras e número de grãos na fileira

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

IV RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 3 são apresentados os valores da profundidade de semeadura e número médio de dias para a emergência do milho.

TABELA 3. Profundidade de semeadura e número médio de dias para emergência do milho.

Tratamentos		Profundidade de semeadura (cm)	Número médio de dias para emergência
Velocidade (V) (km h ⁻¹)	6,5	3,3	7,0
	4,5	3,4	7,0
Populações (P) (mil plantas)	55	3,5	7,0
	65	3,3	7,0
	75	3,3	6,0
Valor de F	V	0,36 ^{NS}	0,18 ^{NS}
	P	1,03 ^{NS}	0,32 ^{NS}
	VxP	1,50 ^{NS}	0,03 ^{NS}
CV (%)		10,02	10,02

Médias seguidas de letras diferentes em cada coluna, diferem entre si, pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade; a ausência de letras indica igualdade entre os valores e CV o coeficiente de variação.

Verificou-se que na variável profundidade de semeadura não houve diferença para velocidades, populações e nem para a interação entre estes dois fatores. Esse fato é relevante, pois demonstra que não ocorreu o efeito de “flutuação” com o aumento da velocidade, sendo então possível aumentar a capacidade de campo sem prejudicar a profundidade de semeadura.

O efeito de flutuação foi observado por MAHL (2006) sendo que a velocidade de deslocamento sobre a profundidade de semeadura em solo argiloso, em que a menor velocidade (5,5 km h⁻¹) proporcionou maior profundidade de deposição de sementes em relação às demais estudadas (7,9 e 10,1 km h⁻¹). Já FURLANI et al. (1999), SILVA (2000) e MODOLO et al. (2000) observaram que a profundidade de deposição de

sementes de milho não foi afetada pelo aumento da velocidade de deslocamento em um solo argiloso. Utilizando semeadoras-adubadoras com diferentes mecanismos sulcadores e diferentes velocidades de deslocamento, SILVA et al. (2000) também constataram a não interferência da velocidade de deslocamento sobre a profundidade de deposição de sementes em solo arenoso.

O número médio de dias para emergência (NMDE) apresentou variação de 6 a 7 dias, não sofrendo influência da velocidade e da população. Para essa mesma variável e no mesmo local, com a mesma semeadora e condições parecidas, MELLO et al. (2004) encontraram valores entre 6,4 a 7,5 dias para a emergência das plântulas. FAGANELLO et al. (1998), que trabalharam com o híbrido de milho AG 9014 e duas velocidades de semeadura ($3,5$ e $7,0 \text{ km h}^{-1}$), não encontraram influência de híbridos e velocidades na emergência de plântulas, deve ser possivelmente pela menor espessura da camada de solo pelo qual a plântula deve romper para emergir.

Segundo ORTOLANI et al.(1986), durante a germinação das sementes, três fatores são fundamentais e devem estar presentes adequadamente: calor, umidade e oxigênio, e para a emergência das plântulas fatores importantes devem ser observados como diâmetro médio dos torrões, quantidade de palha sobre solo, umidade do solo e profundidade de semeadura. Todos esses fatores são importantes para uma boa emergência, mas o principal fator é a profundidade de semeadura que está inteiramente ligada ao número de dias para a emergência das plântulas.

Na Tabela 4 são apresentados os valores de distribuição longitudinal de plântulas na operação de semeadura do milho, não sendo significativos em cada classificação (Normal, Falho e Duplo), discordando do apresentado por MELLO et al. (2007), que trabalhou no mesmo solo e nas mesmas condições, mas com diferentes velocidades de deslocamento do conjunto ($5,4$; $6,8$ e $9,8 \text{ Km h}^{-1}$), em que o fator velocidade de deslocamento afetou na porcentagem de distribuição longitudinal.

TABELA 4. Porcentagem de espaçamento normal, falho e duplo.

Tratamentos		Normal (%)	Falho (%)	Duplo (%)
Velocidade (V) (km h ⁻¹)	6,5	61	16	23
	4,5	65	15	20
Populações (P) (mil plantas)	55	61	18	21
	65	62	15	23
	75	65	16	19
Valor de F	V	1,33 ^{NS}	1,01 ^{NS}	0,69 ^{NS}
	P	0,33 ^{NS}	0,65 ^{NS}	0,51 ^{NS}
	VxP	0,10 ^{NS}	0,45 ^{NS}	0,02 ^{NS}
CV (%)		18,41	39,58	39,85

Médias seguidas de letras diferentes em cada coluna, diferem entre si, pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade; a ausência de letras indica igualdade entre os valores e CV o coeficiente de variação.

Observa-se ainda que, não ocorreram interações, a porcentagem de distribuição normal foi maior que 60% em todos os tratamentos, indicando que o mecanismo dosador de sementes da semeadora-adubadora apresentou boa distribuição. Observa-se ainda que o valor do coeficiente de variação para a porcentagem de distribuição normal foi baixo em relação à porcentagem de distribuição dos falhos e duplos. Segundo ANDERSON (2001), valores ótimos de coeficientes de variação na semeadura estão abaixo de 10%, para espaçamentos normais. Os elevados valores de coeficiente de variação para a porcentagem de espaçamentos falhos e duplos, aqui encontrados, indicam que estes fatos são comuns no processo de semeadura.

Na Tabela 5 são apresentados os valores do estande inicial, estande final e porcentagem de sobrevivência das plantas de milho.

TABELA 5. Estande Inicial, estande final e porcentagem de sobrevivência das plantas de milho.

Tratamentos		Estande Inicial (plantas ha ⁻¹)	Estande Final	Sobrevivência (%)
Velocidade (V) (km h ⁻¹)	6,5	63.991	62.286	97
	4,5	64.506	62.036	94
Populações (P) (mil plantas)	55	52.925 c	50.527 c	95
	65	65.432 b	63.576 b	95
	75	76.388 a	73.380 a	96
Valor de F	V	0,13 ^{NS}	0,04 ^{NS}	2,66 ^{NS}
	P	108,10*	128,88*	0,08 ^{NS}
	VxP	0,70 ^{NS}	1,95 ^{NS}	0,47 ^{NS}
CV (%)		5,39	4,81	3,92

Médias seguidas de letras diferentes em cada coluna, diferem entre si, pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade; a ausência de letras indica igualdade entre os valores e CV o coeficiente de variação.

Para o fator velocidade observa-se não ocorreu diferença estatisticamente significativa para estande inicial, estande final e porcentagem de sobrevivência, no entanto, o fator população apresentou diferença estatisticamente significativa para as três populações de plantas, tanto para o estande inicial como para estande final, fato que realmente deveria acontecer em função da regulagem da semeadora-adubadora para os tratamentos, sendo que as duas maiores populações (65.000 e 75.000 plantas h⁻¹) chegaram mais próximo do desejado, tanto no estande inicial quanto no final.

Pode-se constatar que na variável porcentagem de sobrevivência não apresentou diferença estatisticamente significativa, sendo que a porcentagem de perda de plantas foi mínima. MAHL (2006) também não verificou diferença estatisticamente significativa para esta variável.

Na Tabela 6 são apresentados os valores de força de tração média e de pico na barra, e a potência média e de pico na barra de tração na operação de semeadura do milho.

TABELA 6. Força de tração média e de pico na barra, e a potência média e de pico na barra de tração.

Tratamentos		Força de tração		Potência	
		Média (kN)	Pico (kN)	Média (kW)	Pico (kW)
Velocidade (V) (km h ⁻¹)	6,5	11,5	16,1	19,5 a	27,2 a
	4,5	10,5	14,5	12,1 b	16,8 b
Populações (P) (mil plantas)	55	11,5	15,9	16,5	23,0
	65	10,7	15,1	15,7	21,9
	75	10,8	14,9	15,3	21,1
Valor de F	V	2,37 ^{NS}	3,29 ^{NS}	89,57 [*]	105,56 [*]
	P	0,56 ^{NS}	0,52 ^{NS}	0,79 ^{NS}	1,21 ^{NS}
	VxP	1,20 ^{NS}	0,33 ^{NS}	1,08 ^{NS}	0,26 ^{NS}
CV (%)		15,04	13,75	12,09	11,26

Médias seguidas de letras diferentes em cada coluna, diferem entre si, pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade; a ausência de letras indica igualdade entre os valores e CV o coeficiente de variação.

Os valores encontrados de força média de tração na barra são próximos aos observados por FURLANI et. al (2004b) que trabalhando com uma semeadora-adubadora de 6 fileiras obtiveram valores para força média de tração na barra, que variaram de 12,87 a 14, 52 kN, indicados por ASAE (1996) onde variam em solos argilosos de 1,1 a 2,2 kN por fileira de semeadura, em função do tipo de solo, leito de semeadura e número de linhas. Os resultados de força média e força pico de tração na barra não diferiu estatisticamente, tanto entre as velocidades de deslocamento quanto entre as populações de plantas.

Pressupõe-se que não houve diferença significativa entre os tratamentos em função das condições serem homogêneas e das proximidades das velocidades de

trabalho. SILVA (2000), também não encontrou diferença significativa entre os tratamentos em função das velocidades de deslocamento.

Porém MAHL (2006) observou que a velocidade de 5,5 km h⁻¹, demandou menor esforço médio em relação às velocidades 7,9 km h⁻¹ e 10,1 km h⁻¹. FURLANI (2005) apresentou valores médios de força de tração de 20 kN e para potência de 30 kW com velocidade de semeadura de 5 km h⁻¹ em semeadura direta. No entanto, MAHL et al. (2004) e SIQUEIRA et al. (2001) observaram um aumento nos valores de força média de tração com o aumento da velocidade de avanço do conjunto trator-semeadora-adubadora.

Verificou-se diferença significativa no fator velocidade, em relação à potência média e a potência pico exigida na barra de tração, quando se passou de 4,5 para 6,5 km h⁻¹, exigiu-se mais potência na barra de tração, um aumento de 12,1 para 19,5 kW na potência média e de 16,8 para 27,2 kW na potência pico, concordando com FURLANI et al. (2004a), SIQUEIRA et al. (2001) e MAHL et al. (2004). FURLANI et al. (2005) também encontraram a maior exigência de potência (32,4 kW), no preparo convencional, para a maior velocidade estudada (8,4 km h⁻¹). Sendo a demanda de potência é uma relação direta entre a força de tração da barra e a velocidade, como não ocorreu diferença entre a força de tração, a exigência de potência na barra de tração foi dependente apenas da velocidade, sendo menor para a velocidade mais baixa.

Na Tabela 7 são apresentados os valores da capacidade de campo operacional (ha h⁻¹), consumo operacional (L h⁻¹) e consumo horário de combustível (L ha⁻¹) na operação de semeadura do milho.

TABELA 7. Capacidade de campo operacional (CCo), consumo operacional e consumo horário.

Tratamentos	CCo (ha h ⁻¹)		Consumo		
			horário	operacional	
			(L h ⁻¹)	(L ha ⁻¹)	
Velocidade (V)	6,5	1,6 a	12,1 a	7,5 b	
(km h ⁻¹)	4,5	1,1 b	9,7 b	8,5 a	
Populações (P)	55	1,3	10,8	7,9	
	(mil plantas)	65	1,4	10,9	8,0
		75	1,4	10,9	8,1
Valor de F	V	1230,2*	337,2 *	116,2*	
	P	3,62 ^{NS}	0,15 ^{NS}	2,30 ^{NS}	
	VxP	0,76 ^{NS}	0,99 ^{NS}	0,27 ^{NS}	
CV (%)	2,54		2,86	3,45	

Médias seguidas de letras diferentes em cada coluna, diferem entre si, pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade; a ausência de letras indica igualdade entre os valores e CV o coeficiente de variação.

A capacidade de campo operacional, consumo horário e operacional de combustível apresentaram diferenças para o fator velocidade, sendo que para capacidade de campo operacional foi maior na velocidade de 6,5 km h⁻¹, fato esse que é explicado pela mesma largura de trabalho da semeadora-adubadora nas duas velocidades.

A velocidade influenciou os consumos horário, que foi menor na velocidade de 4,5 km h⁻¹, justificado pela menor potência requerida nesta. Houve um aumento no consumo horário de combustível, de 9,7 L h⁻¹ para 12,1 L h⁻¹, quando se aumentou a velocidade de 4,5 para 6,5 km h⁻¹.

OLIVEIRA (1997) também detectou que o aumento da velocidade provocou aumento do consumo horário de combustível. BORSATTO (2005) encontrou valor de 13,83 L h⁻¹, com velocidade de semeadura de 6,3 km h⁻¹, em preparo convencional e FURLANI et al. (2007b) trabalhando com as velocidades 4,5; 5,0 e 6,0 km⁻¹,

observaram que com o aumento da velocidade, houve aumento no consumo horário de combustível.

Com relação a velocidade de deslocamento do conjunto trator/semeadora-adubadora o consumo operacional de combustível proporcionou um decréscimo nos valores a medida em que a velocidade de deslocamento foi aumentada, houve a redução do consumo operacional de combustível em 12%, de 8,5 para 7,5 L ha⁻¹ com o aumento da velocidade de deslocamento, de 4,5 para 6,5 km ha⁻¹

Resultados semelhantes foram encontrados por MAHL et al. (2004), que verificaram uma redução de 26%, de 8,43 para 6,24 L ha⁻¹, no consumo operacional de combustível, com o aumento da velocidade de deslocamento de 4,4 para 8,1 km h⁻¹.

Na Tabela 8 são apresentados os valores de altura de plantas e diâmetro do colmo.

TABELA 8. Altura e diâmetro do colmo das plantas de milho em épocas diferentes.

Tratamentos		Altura de planta (m)	Diâmetro do colmo (mm)
Velocidade (V) (km h ⁻¹)	6,5	1,6	21,3
	4,5	1,6	21,7
Populações (P) (mil plantas)	55	1,6	22,9 a
	65	1,6	21,5 b
	75	1,6	20,1 c
Épocas	1	1,10 b	22,33 b
	2	1,92 a	23,42 a
	3	1,90 a	18,75 c
Valor de F	V	0,25 ^{NS}	2,28 ^{NS}
	P	0,46 ^{NS}	25,12 *
	E	1190,80 *	72,49 *
	VxP	3,11 ^{NS}	0,40 ^{NS}
	VxE	0,02 ^{NS}	0,25 ^{NS}
	VxPxE	1,58 ^{NS}	0,24 ^{NS}
	CV (%)	4,02	6,54

Médias seguidas de letras diferentes em cada coluna, diferem entre si, pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade; a ausência de letras indica igualdade entre os valores e CV o coeficiente de variação.

A altura e o diâmetro das plantas não foram influenciadas pela velocidade de deslocamento, porém, as três populações interferiram no diâmetro do colmo, diminuindo com o aumento da população, fato este, relacionado a maior área por planta quando da menor população, sendo que a maior população de plantas é influenciada pela menor área ocorrendo uma maior competição de água e dos nutrientes disponibilizados no solo, o diâmetro do colmo foi influenciado pelas épocas sendo que na época 1 a um maior acúmulo de água e nutrientes no colmo da planta, e conforme a planta atinge o final do ciclo, época 3 o colmo da planta se desidrata e com isso o diâmetro do colmo diminui.

Na Tabela 9 são apresentados os valores da altura de inserção da primeira espiga viável e a produtividade do milho.

TABELA 9. Altura de inserção da espiga e produtividade do milho.

Tratamentos		Altura de inserção da espiga (m)	Produtividade (kg ha ⁻¹)
Velocidade (V) (km h ⁻¹)	6,5	1,35	9.268
	4,5	1,38	9.078
Populações (P) (mil plantas)	55	1,38	8.691
	65	1,35	9.341
	75	1,32	9.487
	V	1,22 ^{NS}	0,80 ^{NS}
Valor de F	P	1,65 ^{NS}	5,27 *
	V*P	0,16 ^{NS}	6,29 *
CV (%)		18,86	5,69

Médias seguidas de letras diferentes em cada coluna, diferem entre si, pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade; a ausência de letras indica igualdade entre os valores e CV o coeficiente de variação.

A altura de inserção da primeira espiga viável não apresentou diferença para os tratamentos estudados, demonstrando a uniformidade da cultura no campo e segundo os melhoristas é fator genético das plantas.

A produtividade da cultura do milho apresentou interação entre os fatores, dessa forma, na Tabela 10 é apresentado o desdobramento.

TABELA 10. Desdobramento para produtividade do milho.

		Populações (mil plantas)		
		55	65	75
Velocidade (V) (km h ⁻¹)	6,5	8.450 Ba	9.963 Aa	9.392 Ba
	4,5	8.933 Aa	8.718 Ab	9.581 Aa

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

A velocidade de 4,5 Km h⁻¹ não interferiu na produtividade de nenhuma das populações de plantas de milho, já a velocidade de 6,5 km h⁻¹ proporcionou a maior produtividade para a população intermediária. Não houve diferença significativa para as outras duas populações de plantas de milho nesta velocidade. Ainda, considerando a população intermediária, a velocidade de 6,5 km h⁻¹ proporcionou um acréscimo de mais de 120 kg h⁻¹, quando comparado a velocidade de 4,5 km h⁻¹.

Na Tabela 11 são apresentados os valores do número de espigas, número de fileiras da espiga e número de grãos na fileira.

TABELA 11. Número de espigas número de fileiras por espiga e número de grãos por fileira em diferentes modalidades de semeadura.

Tratamentos		Número de espigas ha ⁻¹	Número de fileiras por espiga	Número de grãos por fileira
Velocidade (V) (km h ⁻¹)	6,5	63000	14	30
	4,5	63000	14	30
Populações (P) (mil plantas)	55	53000 c	15	32 a
	65	64000 b	15	30 ab
	75	74100 a	14	29 b
Valor de F	V	0,03 ^{NS}	0,02 ^{NS}	0,02 ^{NS}
	P	63,15 *	0,42 ^{NS}	3,93 *
	V*P	1,12 ^{NS}	1,79 ^{NS}	0,09 ^{NS}
CV (%)		6,45	6,55	5,80

Médias seguidas de letras diferentes em cada coluna, diferem entre si, pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade; a ausência de letras indica igualdade entre os valores e CV o coeficiente de variação.

Observa-se que fator velocidade não apresentou diferença significativa em nenhuma das variáveis estudadas, tanto para número de espigas, número de fileiras por espiga e número de grãos por fileira. Para o fator população pode-se observar que houve diferença estatisticamente significativa para número de espigas e número de grãos por fileira, sendo que a população 3 (75.000 plantas ha⁻¹) foi a que obteve maior número de espiga mas não foi a que teve a maior produtividade em kg ha⁻¹. Em relação

ao número de grãos por fileira pode-se observar que a população 2 (60.000 plantas ha^{-1}) não se difere da população 1 (55.000 plantas ha^{-1}) e nem da população 3 (75.000 plantas ha^{-1}), mas a população 1 (55.000 plantas ha^{-1}) apresenta maior número de grãos por fileira que a população 3 (75.000 plantas ha^{-1}).

Os valores de número de fileiras por espiga, número de grãos por fileira estão associados a fatores genéticos, mas o manejo da cultura exerce influência sobre os mesmos (FANCELLI & DOURADO NETO, 2000).

A elevação da produtividade de grãos é atribuída às mudanças nas práticas culturais, ao melhoramento genético, às alterações climáticas e à interação entre esses três fatores (TOLLENAAR & WU, 1999).

Os componentes da produtividade de grãos de milho são definidos durante o desenvolvimento da planta (HANWAY, 1966). Assim, o número de espigas por planta é definido quando as plantas apresentam cerca de cinco folhas expandidas. O número de fileiras por espiga é definido quando a planta apresenta de oito a 12 folhas expandidas (aproximadamente um mês após a emergência da plântula). O número de grãos por fileira é afetado pelo tamanho da espiga, o qual é definido a partir das 12 folhas até a fecundação.

Na Tabela 12 são apresentados os valores de massa seca da palha do milho e massa seca das plantas daninhas.

TABELA 12. Valores médios da análise de variância para massa seca da palha de milho, massa seca da planta daninha.

Tratamentos		Massa seca da palha (kg ha ⁻¹)	Massa seca da planta daninha (kg ha ⁻¹)
Velocidade (V) (km h ⁻¹)	6,5	6.544	82
	4,5	6.172	114
Populações (P) (mil plantas)	55	6.625	74
	65	4.946	132
	75	7.504	89
Valor de F	V	0,10 ^{NS}	0,57 ^{NS}
	P	1,63 ^{NS}	0,71 ^{NS}
	V*P	0,58 ^{NS}	0,03 ^{NS}
CV (%)		45,31	104,22

Médias seguidas de letras diferentes em cada coluna, diferem entre si, pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade; a ausência de letras indica igualdade entre os valores e CV o coeficiente de variação.

A massa seca da cultura do milho e das plantas daninhas não apresentaram diferença entre os tratamentos estudados, tanto para as velocidades como para as populações. Estas variáveis apresentaram altos coeficientes de variação, principalmente para plantas daninhas. Resultados semelhantes foram encontrados por FURLANI (2005), BORSATTO (2005) e SOUZA (2007).

V CONCLUSÕES

A velocidade de deslocamento influenciou na demanda de potência, na capacidade de campo operacional e no consumo horário, aumentando essas variáveis e no consumo operacional diminuindo essa variável.

A população de plantas de milho influenciou no diâmetro do colmo, sendo a menor população a que proporcionou o maior diâmetro.

A combinação da maior velocidade de semeadura ($6,5 \text{ km h}^{-1}$) com a população de 65 mil plantas por hectare proporcionou a maior produtividade.

VI REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRIOLI, I., CENTURION, J.F. Levantamento detalhado dos solos da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 27, Brasília, 1999. **Anais...**, Brasília, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1999. 32p. (T025-3 CD-ROM)

ALVES, M. C. **Sistema de rotação de culturas com plantio direto em latossolo roxo: efeitos nas propriedades físicas e químicas**. Piracicaba: ESALQ, 1992. 173p.

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

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

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

ARGENTA, G. Resposta de híbridos simples de milho à redução do espaçamento entre linhas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n. 1, p. 71-78, 2001.

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

BARBOSA, G.M.C. Plantio direto: a relevância da matéria orgânica. **A Granja**, Porto Alegre, v 65, n. 723, p. 43-45, 2009.

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

BRANQUINHO, K. B. et al. Desempenho de uma semeadora-adubadora direta, em função da velocidade de deslocamento e do tipo de manejo da biomassa da cultura de cobertura do solo. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 24, n. 2, p. 374-80, 2004.

CANOVA, R. et al. Distribuição de sementes por uma semeadora-adubadora em função de alterações mecanismo dosador e de diferentes velocidades de deslocamento. **Engenharia na Agricultura**, Viçosa, MG, v. 15, n. 3, p. 299-306, jul./set. 2007.

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

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

CONAB. Companhia Nacional de abastecimento. **Acompanhamento da safra 2009/2010**. Disponível em:(http://www.conab.gov.br/conabweb/download/safra/09_levantamento_JUN2010.pdf). Acesso em 01 jul. 2010.

CORTEZ, J. W. et al. Distribuição longitudinal de sementes de soja e características físicas do solo no plantio direto. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 26, n. 2, p. 502-510, 2006.

CORTEZ, J.W. et al. Produção de massa por culturas inplantadas em rotação no sistema de plantio direto de soja e milho. **Revista Plantio Direto**, Passo Fundo,

p.32-35. 2008.

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

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

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, 1998. p. 229-31.

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

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

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

FIORIN J.E. Palhada: quanto maior, melhor a recuperação do solo. **A Granja**, Porto Alegre, v 63, n. 702, p. 57-59, 2007.

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.177-186, 1999.

FURLANI, C,E,A.; LOPES, A.; TIMOSSI, P,C, Manejo: trituradores e roçadoras, **Cultivar Máquinas**, Pelotas, n.18, p. 27-29, 2003.

FURLANI, C. E. A.; LOPES, A.; SILVA, R. P.; GROTTA, D. C. C.; REIS, G. N. dos. Desempenho de uma semeadora-adubadora em função do preparo do solo e da velocidade de deslocamento. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 33, 2004, São Pedro. **Anais...** São Pedro: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 2004a. 1 CD-ROM.

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, p.388-395, 2004b.

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

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

FURLANI, C. E. A. et al. Avaliação do desempenho de uma semeadora-adubadora em função da velocidade de deslocamento e carga no depósito de fertilizante. **Engenharia na Agricultura**, Viçosa, v. 14, n. 4, 268-275, 2006.

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

FURLANI, C. E. A. et al. Desempenho operacional de semeadora-adubadora em diferentes manejos da cobertura e da velocidade. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 27, n. 2, p. 456 462, 2007b.

GROTTA, D. C. C. **Desempenho operacional de semeadora-adubadora e perdas na colheita do milho em sistema plantio direto**. 2008. 93 f. Tese (Doutorado em Agronomia - Produção Vegetal) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2008.

HANWAY, J.J. Growth stages of corn (*Zea mays* L.). **Agronomy Journal**, Madison, v.55, n.5, p.487-492, 1966.

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

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

LEVIEN, R. FURLANI, C. E. A.; SIQUEIRA, R.; GAMERO, C. A, Desempenho de um triturador de palhas tratorizado em resíduos culturais de milho, **Ingeniería Rural y Mecanización Agrícola em el Âmbito Latinoamericano**, La Plata, 1998, CD-ROM.

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.

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

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

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

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

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

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

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

MARCHÃO, R. L. et al. Densidade de plantas e características agronômicas de híbridos de milho sob espaçamento reduzido entre linhas. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 35, n. 2, p. 93-101, 2005.

MARQUES, L. **Maquinaria agrícola**. Madrid: B&H, 2004. 700 p.

MELLO, A.J.R.; BORSATTO, E.A.; REIS, G.N.; JÚNIOR, A.P.; FURLANI, C.E.A.; LOPES, A.; SILVA, R.P. Influência da profundidade de semeadura na emergência de três híbridos de milho (*Zea mays* L.). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE

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

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. 2007.

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

MIALHE, L.G. **Máquinas agrícolas: ensaios & certificações**. Piracicaba: FEALQ, 1996. 722 p.

MODOLO, A.J.; SILVA, S.L.; MERCANTE, E.; SILVEIRA, J.C.M.; SANTOS JUNIOR, F.L. Avaliação da profundidade de deposição de sementes de milho (*Zea mays* L.) em duas velocidades de operação. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 29, 2000, Fortaleza. **Anais...**Fortaleza: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 2000. 1 CD-ROM.

MODOLO, A. J. et al. Avaliação do desempenho de duas semeadoras-adubadoras precisão em diferentes velocidades. **Engenharia na Agricultura**, Viçosa MG, v. 12, n. 4, p. 298-306. 2004.

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

MURRAY, J.R.; TULLBERG, J. N.; BASNET, B.B. **Planters and their components: types, attributes, functional requirements, classification and description**. Brisbane: University of the Queensland, 2006. 178p. (ACIAR Monograph, 121).

MUZILLI, O. Plantio direto no estado do. In: **Princípios e perspectivas de expansão**. Londrina: IAPAR, 1981. cap. 1, p. 11-17. (Circular, 23).

NEL, P.C.; SMITH, N.S.H. **Growth and development stages in the growing maize plant**. Farming in South Africa, local: Ed, 1978. p.1-7.

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. Tese (Mestrado em Mecanização Agrícola)-Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1997.

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

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

PEREIRA FILHO, I.A. et al. Fatores que interferem no resultado do milho. **Campo e Negócio**, Uberlândia v 5, n. 68, p. 24-27, 2008.

PEREIRA, F. R. da S. Arranjo espacial de plantas de milho em sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.12, n.1, p.69-74, 2008.

PINAZZA, L. A.; ALLMANDRO, R.; WEDEKIN, I. **Agenda para a competitividade do agribusiness brasileiro**. São Paulo: ABAG, 2001, p. 126-141.

PORTELLA, J.A.; FAGANELLO, A.; SATLER, A., Máquinas e implementos para plantio direto, In: EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Trigo. **Plantio direto no Brasil**. Passo Fundo: Aldeia Norte, 1993. p.29-36.

PRIMAIZ SEMENTES. **Precoces ou tardias?** Uberlândia, 2008. Disponível em: <<http://www.primaiz.com.br/index.php?arq=artigos&id=1>>. Acesso em 24 jun.2010.

SANGOI, L.; ALMEIDA, M. L.; GRACIETTI, M.; BIANCHET, P.; HORN, D. Sustentabilidade do colmo em híbridos de milho de diferentes épocas de cultivo em função da densidade de plantas. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v.1, n.2, p.1, 2002

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

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

SIQUEIRA, R.; CASÃO JUNIOR, R.; ARAÚJO, A. G. Escolha certa. **Cultivar Máquinas**, Pelotas, v.1, n.4, p. 15-19, abr. 2004.

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

SILVA, J. G. da, SILVEIRA, P. M. **Avaliação de uma semeadora adubadora na cultura do milho**. Santo Antonio de Goiás. EMBRAPA CNPAF, 2002. 19 p (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 2).

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

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

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

TOLLENAAR, M.; WU, J. Yield improvement in temperate maize is attributable to greater stress tolerance. **Crop Science**, Madison, v.39, p.1597-1604, 1999.

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