

FLÁVIO COUTINHO LONGUI

**DESEMPENHO DE SEMEADORA-ADUBADORA DE PLANTIO
DIRETO DE SEMENTES DE *BRACHIARIA BRIZANTHA***

Dissertação apresentada à
Universidade Federal de Viçosa,
como parte das exigências do
Programa de Pós-Graduação em
Engenharia Agrícola, para
obtenção do título de *Magister
Scientiae*.

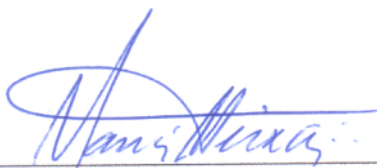
VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2011

FLÁVIO COUTINHO LONGUI

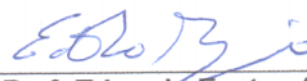
**DESEMPENHO DE SEMEADORA-ADUBADORA DE PLANTIO
DIRETO DE SEMENTES DE *BRACHIARIA BRIZANTHA***

Dissertação apresentada à
Universidade Federal de Viçosa,
como parte das exigências do
Programa de Pós-Graduação em
Engenharia Agrícola, para
obtenção do título de *Magister
Scientiae*.

APROVADA: 21 de fevereiro de 2011.



Prof. Mauri Martins Teixeira
(Co-orientador)



Prof. Eduardo Fontes Araújo



Prof. Haroldo Carlos Fernandes
(Orientador)

*“Nossa recompensa se encontra no esforço e não no resultado.
Um esforço total é uma vitória completa.”*

(Mahatma Gandhi)

AGRADECIMENTOS

A DEUS, que nos deu o dom da vida, nos preencheu com a liberdade, nos abençoou com a inteligência e nos deu força para lutarmos .

Aos meus adoráveis pais Renato Subtil Longui e Jussara Helena Coutinho Logui, minha querida avó Maria Anunciata Penina e minha amada tia Odila pela confiança, pelo amor, pelo carinho, pela amizade e pela dedicação incessante.

A meu irmão Bruno Coutinho Longui e sua esposa Erica Ribeiro Lima Longui pelo amor, pela amizade, pelo incentivo e força.

A minha querida namorada Patricia Cicconi La ge, pela ajuda, pela dedicação, pelo companheirismo e carinho em todos os momentos.

À Universidade Federal de Viçosa e ao Departamento de Engenharia Agrícola, pela oportunidade de realização deste trabalho.

Ao Instituto Federal de Ensino Superior, Campus Santa Teresa, ES, em nome do Diretor Luiz Marcari Júnior e do Coordenador Geral de Produção e Pesquisa Élio Cordeiro de Almeida, pela cessão da área experimental, das máquinas e implementos, dos laboratórios e da mão-de-obra.

Ao professor Haroldo Carlos Fernandes, pela oportunidade, pela orientação, pelo apoio e pelo incentivo.

Aos professores Mauri Martins Teixeira e Nerilson Terra Santos, pelas valiosas sugestões, pela colaboração e pelos conselhos.

A todos os amigos da área de Mecanização Agrícola, pela convivência e pelo auxílio na condução deste trabalho.

A todos os funcionários de setor de Mecanização do IFES -Santa Teresa, em especial a Elcio das Graças Lacerda “Lala”, pelo apoio incondicional, disponibilidade, eficiência, sugestões e respeito e amizade ,

Ao professor Ismail Haddade e ao Agrônomo Thiago Lopes Rosado, pelo apoio na condução do experimento.

A todos que contribuíram, direta ou indiretamente, na condução e na realização deste trabalho.

BIOGRAFIA

FLÁVIO COUTINHO LONGUI, filho de Renato Subtil Longui e Jussara Helena Coutinho Longui, nasceu em Vitória, ES, no dia 21 de julho de 1987.

Em dezembro de 2008, concluiu o curso de Zootecnia no Centro Universitário Vila Velha. Em agosto de 2009, iniciou o curso de mestrado em Engenharia Agrícola, área de concentração em Mecanização Agrícola, na Universidade Federal de Viçosa e submeteu-se à defesa em fevereiro de 2011.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	viii
LISTA DE TABELAS	ix
RESUMO	xi
ABSTRACT	xiii
1. INTRODUÇÃO	1
2. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA	4
2.1. Pastagens	4
2.2. Plantio Direto	5
2.3. Semeadora-Adubadora	6
2.4. Consumo de Energia	8
2.5. Força na Barra de Tração	9
2.6. Potência na Barra de Tração	10
2.7. Velocidade de Operação do Conjunto Trator-Semeadora- Adubadora	11
2.8. Patinagem dos Rodados-Motriz do Trator	11
2.9. Capacidade Operacional do Conjunto Mecanizado	12
2.10. Profundidade da Semente	13
2.11. Emergência de Plantulas	14
3. MATERIAL E MÉTODOS	15
3.1. Delineamento Experimental	15
3.2. Máquinas e Implementos	17
3.2.1. Trator	17
3.2.2. Semeadora-Adubadora	17
3.3. Caracterização da Área Experimental	17
3.3.1. Composição Química e Textural do Solo	17

3.3.2. Teor de Água no Solo	18
3.3.3. Densidade do Solo	18
3.3.4. Resistência do Solo à Penetração	18
3.3.5. Massa Seca da Matéria da Cobertura Vegetal	19
3.4. Teste de Germinação das Sementes	20
3.5. Plantio e Tratos Culturais	20
3.6. Força de Tração	21
3.7. Velocidade do Conjunto Mecanizado	22
3.8. Potência Requerida na Barra de Tração	22
3.9. Capacidade Operacional Teórica	22
3.10. Consumo de Combustível	23
3.10.1. Consumo Específico de Combustível	23
3.10.2. Consumo de Combustível por Área Trabalhada	23
3.11. Patinagem das Rodas Motrizes do Trator	24
3.12. Profundidade de Deposição das Sementes	24
3.13. Emergência em Campo	25
3.13.1. Índice de Velocidade de Emergência	25
3.13.2. Tempo Médio de Emergência	26
3.14. Produtividade de matéria seca	26
3.15. Análise Estatística	26
4.RESULTADOS E DISCUSSÃO	28
4.1. Caracterização da Área Experimental	28
4.1.1. Caracterização Química e Textural do Solo	28
4.1.2. Teor de Água e Densidade do Solo	29
4.1.3 Resistência do Solo à Penetração Antes do Plantio	30
4.1.4 Massa da Matéria Seca da Cobertura Vegetal	31

4.2. Teste de Germinação das Sementes	31
4.3. Força de Tração	31
4.3.1. Força de tração requerida na barra de tração	31
4.3.2. Força de tração requerida na barra de tração por linha de plantio	34
4.4. Potência	36
4.4.1 Potência Requerida na barra de tração	36
4.4.2 Potência Requerida por linha de plantio	38
4.5. Consumo de combustível	39
4.5.1 Consumo específico de combustível	39
4.5.2 Consumo de combustível por área trabalhada	41
4.6 Patinagem das rodas motrizes do trator	43
4.7. Profundidade de Deposição das Sementes	45
4.8. Emergência em Campo	48
4.8.1. Índice de Velocidade de Emergência	48
4.8.2. Tempo médio de Emergência	50
4.9. Produtividade de matéria seca	51
5. CONCLUSÕES	53
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	54

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1– Croqui da área experimental do experimento.....	16
FIGURA 2 – Semeadora- adubadora utilizada no experimento	17
FIGURA 3 - Penetrômetro utilizado.	19
FIGURA 4 – Aplicação de herbicida pré-semeadura.	21
FIGURA 5 – Área dessecada.....	21
FIGURA 6 – Profundidade de deposição da semente.	25
FIGURA 7 – Resistência do solo a Penetração (MPa)	30
FIGURA 8 - Superfície de resposta da força de tração requerida na barra de tração em função da velocidade de operação do conjunto trator-semeadora e da profundidade de deposição de semente.	33
FIGURA 9 - Superfície de resposta da eficiência da força de tração requerida por linha de plantio em função da velocidade de operação do conjunto trator-semeadora e da profundidade de deposição de semente.	36
FIGURA 10 – Superfície de resposta do consumo de combustível por área trabalhada em função da velocidade de operação do conjunto trator-semeadora e da profundidade de deposição de semente.	42
FIGURA 11 – Superfície de resposta da patinagem das rodas motrizes do trator em função da velocidade de operação do conjunto trator-semeadora e da profundidade de deposição de semente.	45
FIGURA 12 – Superfície de resposta da profundidade de deposição de semente em função da velocidade de operação do conjunto trator-semeadora e da profundidade de deposição de semente.	47
FIGURA 13 – Superfície de resposta do índice de velocidade de emergência em campo em função da velocidade de operação do conjunto trator-semeadora e da profundidade de deposição de semente.	49

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Características químicas do solo, na camada de 0 - 0,20 m de profundidade, da área experimental	28
Tabela 2 - Análise granulométrica do solo, na faixa de 0 - 0,20 m de profundidade, da área experimental	29
Tabela 3 - Características químicas do solo, na faixa de 0 - 0,20 m de profundidade, da área experimental	29
Tabela 4 - Teor médio de água (U) e densidade do solo (DS), nas faixas de 0 - 0,10 m e 0,10 - 0,20 m de profundidade	30
Tabela 5 – Tabela de análise de variância do teste F, para falta de ajustamento o modelo de regressão, para a força requerida na barra de tração.	32
Tabela 6 – Resultados do teste t para o modelo reduzido estimado para a força requerida na barra de tração do trator.	32
Tabela 7 – Tabela de análise de variância do teste F, para falta de ajustamento o modelo de regressão, para a força requerida na barra de tração do trator por linha de plantio.	34
Tabela 8 – Resultados do teste t para o modelo reduzido estimado para a força requerida na barra de tração do trator por linha de plantio.	35
Tabela 9 – Tabela de análise de variância do teste F, para falta de ajustamento o modelo de regressão, para a potência requerida na barra de tração do trator.	37
Tabela 10– Resultados do teste t para o modelo reduzido estimado para a potência requerida na barra de tração.	37
Tabela 11 – Tabela de análise de variância do teste F, para falta de ajustamento o modelo de regressão, para a potência requerida por linha de plantio.	38
Tabela 12– Resultados do teste t para o modelo reduzido estimado para a força requerida na barra de tração do trator por linha de plantio.	39

Tabela 13 – Tabela de análise de variância do teste F, para falta de ajustamento o modelo de regressão, para o consumo específico de combustível.	40
Tabela 14– Resultados do teste t para o modelo reduzido estimado para o consumo específico de combustível.	40
Tabela 15 – Tabela de análise de variância do teste F, para falta de ajustamento o modelo de regressão, para o consumo de combustível por área trabalhada.	41
Tabela 16 – Resultados do teste t para o modelo reduzido estimado para o consumo de combustível por área trabalhada.	41
Tabela 17 – Tabela de análise de variância do teste F, para falta de ajustamento o modelo de regressão, para a patinagem das rodas motrizes do trator	43
Tabela 18 – Resultados do teste t para o modelo reduzido estimado para a patinagem das rodas motrizes do trator.	43
Tabela 19 – Tabela de análise de variância do teste F, para falta de ajustamento o modelo de regressão, para a profundidade de deposição das sementes.	45
Tabela 20 – Resultados do teste t para o modelo reduzido estimado para a profundidade de deposição das sementes.	46
Tabela 21 – Tabela de análise de variância do teste F, para falta de ajustamento o modelo de regressão, para o índice de velocidade de emergência.	48
Tabela 22 – Resultados do teste t para o modelo reduzido estimado para o índice de velocidade de emergência.	48
Tabela 23 – Tabela de análise de variância do teste F, para falta de ajustamento o modelo de regressão, para o tempo médio de emergência	50
Tabela 24 – Tabela de análise de variância do teste F, para falta de ajustamento o modelo de regressão, para a produtividade de matéria seca	52

RESUMO

LONGUI, Flávio Coutinho, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, fevereiro de 2011. **Desempenho de uma semeadora-adubadora de plantio direto de sementes de *Brachiaria Brizantha***. Orientador: Haroldo Carlos Fernandes. Co-Orientadores: Mauri Martins Teixeira e Nerilson Terra Santos.

O plantio direto é um sistema de cultivo no qual a semente e o adubo são colocados diretamente no solo com o mínimo de revolvimento possível. A velocidade de operação e a profundidade de deposição de semente são alguns dos fatores que interferem no estabelecimento do estande de planta e, com freqüência, na produtividade da cultura. Tendo em vista a carência de pesquisas com relação à plantio direto de sementes miúdas, objetivou-se com este trabalho avaliar o desempenho de uma semeadora-adubadora de plantio direto no estabelecimento e produtividade da cultura do *Brachiaria brizantha* em relação a diferentes velocidades de deslocamentos e profundidades de deposição de semente. Os ensaios foram conduzidos no Instituto Federal de Santa Tereza (IFES), em Santa Tereza, ES, de setembro a dezembro de 2010. Utilizou-se um esquema fatorial 4x2, no delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições. Combinaram-se quatro velocidades de deslocamento ($V_1 = 2,0 \text{ km h}^{-1}$; $V_2 = 4,0 \text{ km h}^{-1}$; $V_3 = 6,0 \text{ km h}^{-1}$; e $V_4 = 8,0 \text{ km h}^{-1}$) e duas profundidades de deposição de semente ($P_1 = 0,01 \text{ m}$ e $P_2 = 0,03 \text{ m}$). As máquinas e implementos utilizados foram um trator da marca New Holland, modelo TI 85 E 4x2, com tração dianteira auxiliar (TDA) e uma semeadora-adubadora da marca Semeato, modelo SHM/11. Para a caracterização da área experimental, determinaram-se as características químicas, a classe textural e as características físicas e químicas do solo, além da massa seca da cobertura vegetal. Avaliaram-se a força requerida na barra de tração, força requerida na barra de tração por linha de plantio, potência requerida na barra de tração, potência requerida na barra de tração por linha de plantio, consumo específico de combustível, consumo de combustível por área trabalhada, patinação das rodas motrizes, profundidade de deposição de sementes, índice de velocidade de emergência, tempo médio de emergência e produtividade da matéria seca.

Com o aumento da velocidade de operação e da profundidade de deposição de semente houve um aumento na força de tração e na força de tração por linha de plantio, o fator profundidade de deposição de sementes não interferiu na potência na barra de tração e na potência por linha de plantio. O aumento da velocidade de operação diminuiu o consumo específico de combustível, e o consumo de combustível por área trabalhada. A patinação das rodas motrizes do trator aumentou quando a semeadora se deslocou mais rápida e regulada para realizar o plantio mais profundo. Houve influência da profundidade de deposição da semente no índice de velocidade de emergência, porém esta influencia não afetou a produtividade de matéria seca.

ABSTRACT

LONGUI, Flávio Coutinho, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, February, 2011. **Performance evaluation of a planter for no-till seed of *Brachiaria Brizantha***. Adviser: Haroldo Carlos Fernandes. Co-Advisers: Mauri Martins Teixeira and Nerilson Terra Santos.

No-till farming is a system in which the seed and fertilizer are placed directly into the soil with minimum tillage as possible. The operating speed and depth of seed deposition are factors that interfere with stand establishment and plant, often on crop productivity. Given the lack of research in relation to tillage of small seeds, aimed this work to evaluate the performance of a seeder no till establishment and yield of the *Brachiaria brizantha* in relation to different velocity and displacement seed deposition depths. The tests were conducted at the Instituto Federal de Santa Tereza (IFES), in Santa Teresa, ES, from September to December 2010. We used a 4x2 factorial in completely randomized design with four replications. Have combined four speeds ($V1 = 2.0 \text{ km h}^{-1}$, $V2 = 4.0 \text{ km h}^{-1}$, $V3 = 6.0 \text{ km h}^{-1}$ and $V4 = 8.0 \text{ km h}^{-1}$) and two depths of fertilizer deposition ($P1 = P2 = 0.01 \text{ I } 0.03 \text{ m}$). The machinery and implements used were a brand New Holland tractor, model IT 85 E 4x2, front wheel assist (TDA) and a planter Semeato, model SHM/11. For the characterization of the experimental area, it was determined the chemical characteristics, the texture class and the physical and chemical characteristics of soil, and dry mass of vegetation. Evaluated to determine the force required on the draw bar, the force required for traction bar row, power required in the drawbar, power required in the drawbar by row, specific fuel consumption, fuel consumption per area worked, the drive wheels slip, depth of seed deposition, IVE, mean emergence time and material productivity. With increasing operating speed and depth of seed deposition there was an increase in tensile strength and tensile force per row, the depth factor seed deposition did not affect the power at the drawbar and power by plant line. The increase in operating speed decreased the specific fuel consumption and fuel consumption per area worked. The slip of the drive wheels of the tractor was increased when the drill has gone faster and so

adjusted to plant deeper. Was affected by depth of seeding on emergence speed index, but this influence did not affect dry matter yield.

1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos a atividade agrícola brasileira desenvolveu-se devido principalmente à expansão da área produtiva e também ao aumento da produtividade. Este fato ocorreu devido à adoção de novas tecnologias, como manejo correto de defensivos e fertilizantes, utilização de cultivares melhoradas, equipamentos mais eficientes, novas técnicas de plantio e assistência técnica. Entretanto, a necessidade de produzir cada vez mais pode acarretar danos ao solo, principalmente pelas técnicas inadequadas para o seu preparo.

A exploração pecuária pode causar degradação dos solos se forem utilizadas práticas inadequadas de manejo; por isso é necessário o conhecimento sobre a adaptação e o manejo das espécies forrageiras.

As espécies forrageiras representam as plantas de interesse econômico mais exploradas no mundo. Contudo, o pequeno número de espécies forrageiras com valor nutricional satisfatório, aliado à baixa fertilidade e preparo inadequado do solo, constitui um dos principais fatores limitantes da produção pecuária nas regiões tropicais.

O uso intensivo da mecanização é praticado constantemente com intuito de melhorar as condições de implantação e de desenvolvimento das plantas forrageiras. Porém, muitas vezes, a produtividade é comprometida pelo excesso ou pela inadequação de práticas às quais o solo é submetido, desde o preparo até a colheita da cultura que nele se estabeleceu.

Antes, para implantação de qualquer cultura, sempre era necessário o preparo do solo, que quase sempre envolvia a utilização de arado e grades. No entanto, com a finalidade de diminuir custos e tempo, o arado e a grade foram gradativamente substituídos por diferentes sistemas de manejo conservacionistas que diminuem as operações no campo.

Dentre os diferentes sistemas de manejo conservacionista que podem ser adotados para o rendimento de forrageiras, o plantio direto e o cultivo mínimo tornaram-se ferramentas essenciais na intensificação dos sistemas de produção animal. Isso porque proporcionam uma melhor

utilização do tempo, com redução de gastos com preparo do solo e com a contribuição para a melhoria das condições físicas e químicas do mesmo.

As vantagens do plantio direto e do cultivo mínimo sobre o preparo convencional são estudadas e relatadas por muitos pesquisadores, porém, também são observadas algumas desvantagens, sendo uma delas a dependência no uso do herbicida, já que o controle das ervas daninhas é absolutamente necessário no plantio direto.

O plantio direto é um sistema de cultivo no qual a semente e o adubo são colocados diretamente no solo, coberto de palha, com o mínimo de revolvimento possível. A semeadura direta é o principal método que visa à maior conservação do solo e à diminuição no tráfego de máquinas e tem como princípio básico a semeadura efetuada diretamente no solo, em que apenas a linha de plantio é revolvida pelos discos de corte ou hastes sulcadoras.

Em um sistema de produção, a semeadura é uma etapa fundamental para o sucesso do estabelecimento da lavoura. Quando se trata de plantio direto, aumenta a importância do desempenho de uma semeadora-adubadora, pois esta deve atender a alguns preceitos, como a utilização de elementos segadores apropriados para efetuar o corte da cobertura vegetal e proporcionar a correta deposição da semente e do adubo no solo.

A velocidade de operação da semeadora-adubadora e a profundidade de deposição da semente são alguns dos fatores que interferem no estabelecimento do estande de plantas e, com frequência, na produtividade da cultura.

Diante da importância de se avaliar o desempenho das semeadoras-adubadoras e tendo em vista a carência de pesquisas com relação ao plantio direto de sementes miúdas, objetivou-se com este trabalho avaliar o desempenho de uma semeadora-adubadora de plantio direto no estabelecimento e produtividade da cultura da *Brachiaria brizantha* em relação a diferentes velocidades de deslocamentos do conjunto mecanizado e profundidades de deposição de semente.

Foram objetivos específicos:

- determinar a potência requerida na barra de tração;

- avaliar a influência da velocidade da semeadora e da profundidade de semeadura no consumo específico de combustível ;
- determinar a demanda de potência da semeadora em função da profundidade de plantio e velocidade da semeadora ;
- avaliar a qualidade da semeadora determinando a profundidade de deposição das sementes, índice de velocidade e tempo médio de emergência das plântulas ;
- avaliar a influência da deposição de semeadura na velocidade de emergência e produção de matéria seca ;

2. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

2.1 Pastagens

Nascimento Junior et al. (2004) citam que nos últimos anos o elevado potencial de produção das pastagens tropicais tem sido ressaltado é justificado pela disponibilidade de espécies forrageiras extremamente produtivas e adaptadas ao pastejo, como é o caso dos capins dos gêneros *Brachiaria* e *Panicum*. De fato, essas espécies predominam nas áreas de pastagens do país e, sem dúvida, representam boa parte dos esforços e recursos investidos em programas de pesquisa, melhoramento e introdução de novas espécies e cultivares.

No entanto, em termos práticos, os benefícios desse potencial de produção dificilmente têm sido realizados, uma vez que os indicadores produtivos e zootécnicos apontam para aumentos de produtividade muito modestos em relação ao que poderia ser obtido (NASCIMENTO JÚNIOR et al., 2004). A explicação para o fato reside no argumento de que a informação e o conhecimento, disponíveis para uso e manejo dessas plantas em pastagens, não estão sendo utilizados de maneira adequada e, ou, apresentam limitações que se tornam aparentes quando de sua implementação em situações específicas e particulares de produção.

As plantas do gênero *Brachiaria* são caracterizadas pela sua grande flexibilidade de uso e manejo, sendo tolerantes a uma série de limitações e, ou, condições restritivas de utilização para um grande número de espécies forrageiras. Dentre as braquiárias, a *Brachiaria brizantha* cv Marandu (capim-Marandu) adquiriu uma grande expressividade nas áreas de pastagens cultivadas e, por essa razão, tornou-se uma das plantas forrageiras mais detalhadamente estudadas no meio científico nacional (DA SILVA; CORSI, 2003; GONÇALVES, 2002).

2.2. Plantio Direto

De acordo com a Norma EP 291.1 (ASAE, 1997), existem diversos sistemas de preparo do solo que se enquadram em categorias de finidas como: convencional, que é a combinação de duas ou mais operações; reduzido, uma única operação; e plantio direto, ou seja, semeadura em solo minimamente revolvido.

No Brasil, em 1970, na região centro-oeste ocorreram as primeiras experiências com o sistema de plantio direto, e as áreas cultivadas foram se expandindo até atingir 61 milhões de hectares em 2006 (PESSÔA, 2006).

A técnica de semeadura direta consiste na deposição da semente em um solo sem preparo, coberto de restos vegetais das culturas anteriores, causando mínima mobilização (BRANQUINHO et al., 2004). Esses mesmos autores argumentam que a prática da semeadura direta, aliada à rotação de culturas proporciona menor necessidade de água para efetuar o plantio e aumenta a atividade biológica do solo, em função do incremento de matéria orgânica e da menor perda por erosão.

As vantagens, que esse sistema traz ao agroecossistema, são redução na erosão do solo, perda de nutrientes por lixiviação, manutenção da estabilidade térmica da superfície do solo, conservação da água no sistema e redução nos custos de manejo.

Furlani et al. (2003), citam que a técnica do plantio direto visa manter a superfície do solo com a maior quantidade de resíduos possível, evitando efeito das intempéries do clima.

Segundo Muzilli (1997), com o plantio direto se procura, fundamentalmente, substituir, de modo gradativo, os processos mecânico-químicos por processos biológico-culturais de manejo do solo, para obtenção de maior eficiência econômica, decorrente da redução de gastos com insumos, energia e controle da erosão.

Stone e Moreira (2001) explicam que os valores elevados de resistência do solo à penetração na camada superficial, no plantio direto, são devidos à acomodação natural do solo pelo seu mínimo revolvimento e à movimentação de máquinas e implementos agrícolas, que causam aumento

na densidade do solo e redução na porosidade total, na camada superficial, durante os primeiros anos de implantação do sistema.

A resistência do solo à penetração, no processo de semeadura da cultura da soja sob diferentes condições de solo, foi avaliada por Reis et al. (2007). Concluíram que, na camada de 0 a 0,05 m de profundidade, a semeadura direta apresentou maior resistência em relação ao sistema convencional e ao cultivo mínimo. Esses resultados são devidos ao fato de os sistemas convencionais terem provocado certa mobilização na camada superior do solo, aumentando a sua porosidade.

O plantio direto visa manter no solo uma cobertura vegetal, que provém de culturas anteriores, sendo fonte de matéria seca com diferentes relações carbono/nitrogênio. Este método apresenta como vantagem a redução nos custos operacionais de mecanização, levando-se em consideração os aspectos conservacionistas das propriedades físicas, químicas e biológicas do solo (NAGAOKA; NOMURA, 2003).

Segundo a Federação Brasileira de Plantio direto na Palha (FEBRAPDP, 2008), estima-se que em 2007, aproximadamente, 26 milhões de hectares do território brasileiro foram cultivados sobre o sistema de semeadura direta, com elevada expansão, principalmente no cerrado (São Paulo, Mato Grosso do sul, Mato Grosso e Goiás) com o cultivo de milho e algodão.

2.3. Semeadora-Adubadora

Dentre as máquinas usadas na moderna agricultura, a semeadora foi a que apresentou maiores alterações desde sua concepção no século XVII (BALASTREIRE, 1990). Apesar de toda sua utilidade, o desenvolvimento das semeadoras foi lento, pois, na verdade, não representava uma economia na execução do trabalho, uma vez que utilizava tanta mão -de-obra quanto na semeadura manual. A operação tornou-se vantajosa quando foram consideradas a economia de sementes e a regularidade de

distribuição, cujos benefícios vinham na forma de maior produtividade das culturas.

Segundo Cortez et al. (2004), o estabelecimento de uma cultura inicia-se com a semeadura, germinação das sementes e emergência de plântulas, e o solo assume grande importância para o bom desenvolvimento inicial da cultura. O eficiente corte dos restos vegetais, a abertura do sulco e a colocação da semente e do adubo em profundidades apropriadas e em contato com o solo são fatores que também determinam o adequado desenvolvimento da cultura implantada, sendo eles diretamente relacionados com o desempenho da semeadora-adubadora de plantio direto (EMBRAPA, 1994).

As características mais comuns usadas por produtores na avaliação do desempenho de semeadoras são uniformidade de espaçamento entre plântulas, porcentual e velocidade de emergência e população de plantas. Os mecanismos, juntamente com a velocidade de plantio, podem afetar a deposição da semente, espaçamento entre elas e a variabilidade de emergência das plântulas. Tal variabilidade pode afetar o crescimento da planta e o rendimento da cultura (LIU et al., 2004).

O manejo correto das semeadoras-adubadoras é um dos principais passos para a obtenção de um estande adequado de plantas, assegurando-se, assim, distribuição uniforme de sementes e de adubo (SILVA et al., 2003). Relataram esses mesmos autores que as possíveis conseqüências de uma semeadura desuniforme são as falhas e o acúmulo de plantas na lavoura, gerando uma utilização inadequada da área de cultivo e perda de adubo nos locais das falhas na deposição da semente, além de maior propensão ao desenvolvimento de plantas daninhas, que concorrem com a cultura por água, luz e nutrientes, além de risco de erosão nesses locais deficientes de plantas.

Segundo Cepik et al. (2005), muito se tem estudado a respeito da massa ideal de resíduos na cobertura do solo para não afetar a germinação das sementes, o desenvolvimento da cultura implantada e nem o desempenho do conjunto trator-semeadora-adubadora, que poderia ser devido a embuchamentos nos mecanismos sulcadores e à patinação do trator.

A precisão do plantio é um importante fator no uso eficiente do solo, pois todo o processo produtivo é potencialmente dependente dos resultados obtidos na semeadura.

2.4. Consumo de Energia

De acordo com Silveira (2008), o consumo de energia nas operações agrícolas varia em função do tipo de solo e das condições em que est e se encontra, do sistema de plantio e do maquinário, entre outros fatores.

Para Grisso et al. (2004), a eficiência operacional de tratores agrícolas inclui a maximização da eficiência mecânica e do combustível, dos dispositivos de tração para maximizar a eficiência e da seleção ótima da velocidade de operação para determinado conjunto trator -implemento.

Segundo Garcia et al. (2006), é importante conhecer a capacidade da máquina, a fim de selecionar a potência e os equipamentos que desempenharão as operações agrícolas em tempo hábil, evitando, dessa forma, custos adicionais com máquinas superdimensionadas.

O consumo de combustível de acordo com Lopes et al. (2005) e Mialhe et al. (1996), pode ser apresentado como unidade de volume por unidade de tempo ($L h^{-1}$), em que não se considera a influência da variação da temperatura e nem relaciona com a potência desenvolvida. Também pode-se apresentar o consumo de combustível por meio da unidade de massa por unidade de tempo ($kg h^{-1}$); nessa forma, apesar de considerar a influência da temperatura, também não contempla a potência; assim, a maneira mais técnica de apresentar o consumo é expressá-lo em unidade de massa por unidade de potência, ou seja, ($g kW h^{-1}$).

O consumo específico considera a massa de combustível por unidade de potência por hora de trabalho (SILVEIRA, 2008). O consumo de combustível pode ser diretamente afetado pelo sistema de preparo do solo utilizado e, nesse sentido, Furlani (2000), avaliando uma semeadora de seis linhas para feijão, obteve maior consumo de combustível por área trabalhada em solo escarificado, seguido pelo preparo convencional e plantio direto, com valores de 9,3; 7,6; e 7,1 $L ha^{-1}$, respectivamente.

Na avaliação de um desempenho operacional de semeadoras - adubadoras de precisão na implantação da cultura do milho, em três velocidades de deslocamento, na operação de semeadura direta, em duas condições distintas de preparo do solo (semeaduras direta e convencional), Mahl (2002) concluiu que o aumento da velocidade de operação de 4,4 para 9,8 km h⁻¹ proporcionou incremento de 31% no consumo horário de combustível.

Mahl et al. (2002) com objetivo de avaliar a demanda energética de uma semeadora-adubadora de plantio direto submetida à variação de velocidade e condição de solo na cultura do milho, espaçada de 0,45 m, concluíram que a velocidade usada na operação interferiu no desempenho do conjunto trator/semeadora com relação à demanda energética. Esses autores encontraram, com relação ao consumo de combustível, aumento de 38% com a variação da velocidade.

2.5. Força na Barra de Tração

As necessidades de tração dos implementos agrícolas são dependentes de variáveis como solo e o próprio implemento. Dentro da variável solo, destacam-se a distribuição do tamanho de agregados, a textura, a estrutura, o teor de água no solo, a densidade do solo e os efeitos da declividade, da vegetação e dos resíduos de culturas anteriores (ASAE, 1996a).

A força de tração requerida para semeadoras de precisão varia em função do tipo de solo, do leito de semeadura e do número de linhas. Para solos argilosos, os valores variam de 1,10 a 2,00 kN por linha de semeadura (ASAE, 1996b).

Mahl et al. (2004), analisando a demanda energética na semeadura de milho em diferentes velocidades e preparo de solo (plantio direto e escarificação), observaram, que a força na barra de tração, não foi influenciada pela forma de preparo do solo. Entretanto, com relação à

velocidade, nas velocidades menores (4,4 e 6,1 km h⁻¹) a força de tração foi semelhante, e essas diferiram da maior velocidade testada (8,1 km h⁻¹).

Ao estudarem a força de tração necessária em função do número de linhas de semeadura, Modolo et al. (2005) concluíram que a força de tração média na barra solicitada pela semeadora-adubadora variou em função do número de linhas utilizadas e da disposição das linhas na máquina. Com o aumento no número de linhas de semeadura de 1 para 5, a força de tração média na barra aumentou em 131,9%.

Na demanda energética solicitada por uma semeadora-adubadora para plantio direto, submetida a três velocidades de operação, Trintin et al. (2005) não observaram efeitos das velocidades sobre as variáveis força de tração e patinação do rodado traseiro.

2.6. Potência na Barra de Tração

Siqueira e Casão Júnior (2002), com objetivo de avaliar 18 semeadoras-adubadoras de plantio direto, determinaram a potência nominal máxima do trator em função da força máxima de tração exigida pelas semeadoras, sempre a uma velocidade constante de 6,0 km h⁻¹. Com a potência no motor calculada de acordo com a velocidade trabalhada, o maior valor obtido entre as semeadoras foi de 80,57 kW para a semeadora JM 5016 PG, seguido pelas semeadoras KK 7/4 e GA 2700 P, que exigiram, respectivamente, potências no motor de 68,43 kW e 62,26 kW. Em trabalho sobre a demanda energética na implantação da cultura do milho, Mahl et al. (2004) concluíram, com relação ao requerimento de potência na barra, que as condições de solo não interferiram nessa variável. No entanto, houve aumento de até 96% na potência com o aumento da velocidade de 4,4 km h⁻¹ para 8,1 km h⁻¹.

Silveira et al. (2005), analisando a demanda de potência de uma semeadora-adubadora na cultura do milho em solo argiloso, encontraram, com o aumento da velocidade de 5,28 km h⁻¹ para 7,08 km h⁻¹, a uma mesma profundidade de trabalho, aumento na demanda de potência de 21,25% na profundidade de 6,8 cm e 45,69% na profundidade de 8,1 cm.

2.7. Velocidade de Operação do Conjunto Trator -Semeadora-Adubadora

Silveira (2008) cita que toda e qualquer operação com máquinas agrícolas deve levar em consideração a velocidade de operação do conjunto máquina/implemento, pois a velocidade influencia o consumo de combustível, a demanda de tração e também a qualidade do serviço.

Ao avaliarem o desempenho operacional de uma semeadora-adubadora submetida a quatro velocidades de operação e duas profundidades para deposição de adubo no solo, no estabelecimento da cultura do milho, Silva e Silveira (2002) concluíram que a velocidade de operação de $6,0 \text{ km h}^{-1}$ propiciou maior estande de plantas, quantidade de espigas e produtividade, quando realizada a adubação a uma profundidade de $10,0 \text{ cm}$, em comparação com as velocidades de deslocamentos de $9,0$ e $11,2 \text{ km h}^{-1}$ e com a adubação superficial.

Em um Latossolo Vermelho distrófico típico argiloso álico, preparado convencionalmente, Mello et al. (2003) avaliaram, a influência da velocidade operacional de duas semeadoras-adubadoras com dois sistemas de distribuição longitudinal de sementes (pneumática e discos perfurados horizontalmente) na produtividade de grãos da cultura do milho. Concluíram que oito diferentes velocidades de semeadura entre $3,4$ e $7,7 \text{ km h}^{-1}$, nas duas semeadoras estudadas, não afetaram a produtividade da cultura do milho.

2.8. Patinagem dos Rodados-Motriz do Trator

O movimento de uma roda pode ser considerado como a variação de três situações distintas: movida, autopropelida ou motriz. Na primeira situação, não há torque no eixo da roda, apenas a ação de uma força externa. Na condição de autopropelida, o torque é suficiente apenas para movimentar a roda sem que haja tração. Quando a roda desenvolve tração, ela passa a ser considerada motriz (WISMER; LUTH, 1973). Para esses autores, a passagem de uma situação para outra ocorre em função do

aumento do patinagem, que será positivo quando houver torque na roda e ela desenvolver tração. A capacidade de tração na roda motriz aumenta conforme também aumenta o patinagem até um valor máximo.

A faixa proposta pela ASAE (1996) para a patinagem em solos firmes é de 8% a 10%.

Em desempenho de semeadora-adubadora de plantio direto, Reis et al. (2003) encontraram maiores valores de patinagem com o incremento da velocidade e no mecanismo sulcador tipo facão. Camilo et al. (2004) encontraram, no mecanismo sulcador tipo disco duplo, maior valor médio de patinagem da roda motriz do trator. Atribuem-se essas discrepâncias de valores ao tipo de solo, quantidade de cobertura morta ou teor de água do solo. Esses mesmos autores concluíram, ainda, que o incremento na velocidade de operação aumentou o valor médio de patinagem da roda motriz do trator.

Gabriel Filho et al. (2004), avaliando o desempenho de um trator em solo com diferentes coberturas vegetais (nabo, aveia, ervilhaca, aveia e nabo e sem cobertura) no desenvolvimento da tração, observaram, variações no patinagem

dos rodados-motriz, sendo menor na área sem cobertura e maior na área coberta com aveia, que, por sua vez, não diferiu somente da área com nabo. Concluíram esses autores que, em área onde existe cobertura vegetal, há alteração na interação do rodado com o solo, e a capacidade do trator em desenvolver a tração é afetada.

2.9. Capacidade Operacional do Conjunto Mecanizado

Capacidade operacional de máquinas agrícolas, segundo Balastreire (1990), ASAE (1999) e Molin e Milan (2002), é a quantidade de trabalho que as máquinas e implementos agrícolas são capazes de executar por unidade de tempo, que pode ser efetiva e teórica.

Ao avaliar o desempenho de uma semeadora-adubadora direta em função da velocidade de operação, Branquinho et al. (2004) evidenciaram

que a velocidade pode resultar em aumento da capacidade operacional efetiva sem prejudicar a produtividade.

Furlani et al. (2005), analisando uma semeadora-adubadora de precisão a diferentes velocidades e a condições de superfície do solo, verificaram que a capacidade operacional da semeadora foi maior quando o trator trabalhou na maior marcha ($M2 = 7,0 \text{ km h}^{-1}$) em solo preparado pelo método convencional e plantio direto. Porém, na escarificação, não foram encontradas diferenças significativas.

2.10. Profundidade da Semente

Lopes et al. (2001), ao estudarem os efeitos do preparo do solo (semeadura direta, preparo reduzido com escarificador e convencional) e da velocidade de semeadura do milho, verificaram que na semeadura direta a profundidade das sementes apresentou valores menores em relação aos demais tratamentos. Segundo esses autores, isso pode ser explicado pela utilização da mesma regulagem da semeadora em todos os tratamentos, e a profundidade de semeadura atendeu ao intervalo citado como ideal pela Embrapa (1997), entre 0,03 e 0,05 m, para solos argilosos.

Na avaliação de uma semeadora-adubadora na cultura do milho, Silva e Silveira (2002) constataram que a profundidade média de semeadura não foi alterada pelas diferentes velocidades de operação nem pelas profundidades de adubação, ficando essa profundidade em 0,036 m.

Em relação à qualidade operacional da semeadura mecanizada de milho em sistema de plantio direto, Sugisawa et al. (2003) selecionaram sete indicadores de qualidade de operação em três unidades de semeadura, utilizando essa metodologia nas avaliações propostas por Peche Filho (1994). Os referidos autores encontraram valores de profundidade de sementes entre 0,025 e 0,07 m, demonstrando que a operação não se comportou dentro dos limites especificados e que, em 21% dos pontos, a profundidade de semeadura foi superior ao limite especificado.

Gonçalves (2007), ao avaliar os efeitos de diferentes velocidades de deslocamento e cargas aplicadas pelas rodas compactadoras no

desenvolvimento inicial da cultura do milho, não encontrou diferenças significativas entre os valores médios de profundidade de semente nas velocidades de deslocamentos, e não houve interação entre os fatores velocidade de operação e cargas aplicadas. No entanto, segundo esse autor, no fator cargas aplicadas pelas rodas compactadoras a carga C4 (338 N) resultou em menor profundidade quando comparada com a carga C2 (131 N). Justifica-se tal fato pela possibilidade de a maior carga aplicada sobre a superfície do solo ter adensado a camada sobre a semente, resultando numa menor profundidade.

2.11. Emergência de Plantulas

Qualquer operação mecanizada não deve comprometer a qualidade das sementes. Assim, a semeadura deve trabalhar adequadamente para evitar problemas na germinação das sementes e, conseqüentemente, na emergência das sementes.

Além da porcentagem de emergência, é fundamental que a mesma ocorra dentro de um período razoável para cada cultura, para evitar que sementes/plântulas fiquem muito tempo expostas a possíveis condições adversas do campo.

Considera-se como semente germinada, segundo prescrições das Regras para Análise de Sementes – RAS (BRASIL, 1992), aquela que demonstre sua aptidão para produzir plântula normal em condições favoráveis de campo.

3. MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi realizado na área experimental do Instituto Federal de Ensino Superior, Campus de Santa Teresa, localizada no município de Santa Teresa, região Serrana do Espírito Santo, situado entre as coordenadas 19°49'09" de latitude sul e 40°40'17" de longitude oeste de Greenwich, e altitude média de 675 m. O clima da região é temperado úmido com inverno seco e verão quente, Cwa, segundo a classificação de Köppen e Geiger (1928). A média de temperatura nos meses mais quentes está entre 27,8 e 30,7°C e a dos meses mais frios entre 9,4 e 11,8°C, com temperatura média anual entre 16 e 18°C. O índice pluviométrico para a área experimental é superior a 1.800 mm anuais. O solo é classificado como Latossolo Amarelo Eutrófico, textura arenosa, com 300 g kg⁻¹ de argila, 70 g kg⁻¹ de silte e 630 g kg⁻¹ de areia, conforme Neiro (2002).

A área experimental foi cultivada nos oito anos anteriores à implantação do experimento, em um sistema de preparo conservacionista, com as culturas de sorgo (*Sorghum bicolor*) e colonião (*Panicum maximum*). As adubações para as culturas foram realizadas conforme recomendações técnicas baseadas em análises de solo.

3.1. Delineamento Experimental

O experimento foi conduzido em esquema fatorial 4x2, com quatro velocidades de deslocamento, sendo elas de 2, 4, 6 e 8 km h⁻¹ (0,55; 1,11; 1,66; e 2,22 m s⁻¹) e duas profundidade de semeadura (0,01 e 0,03 m), no delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições, totalizando 32 unidades experimentais. Na Tabela 1 é apresentada a descrição dos tratamentos.

Tabela 1 - Descrição dos tratamentos utilizados no experimento

Tratamento	Descrição
T1 (V ₁ P ₁)	Velocidade de 2 km h ⁻¹ , Profundidade de semeadura 0,01 m
T2 (V ₁ P ₂)	Velocidade de 2 km h ⁻¹ , Profundidade de semeadura 0,03 m
T3 (V ₂ P ₁)	Velocidade de 4 km h ⁻¹ , Profundidade de semeadura 0,01 m
T4 (V ₂ P ₂)	Velocidade de 4 km h ⁻¹ , Profundidade de semeadura 0,03 m
T5 (V ₃ P ₁)	Velocidade de 6 km h ⁻¹ , Profundidade de semeadura 0,01 m
T6 (V ₃ P ₂)	Velocidade de 6 km h ⁻¹ , Profundidade de semeadura 0,03 m
T7 (V ₄ P ₁)	Velocidade de 8 km h ⁻¹ , Profundidade de semeadura 0,01 m
T8 (V ₄ P ₂)	Velocidade de 8 km h ⁻¹ , Deposição de semente a 0,03 m

Cada unidade experimental possuía 5 m de largura por 15 m de comprimento (75 m²), entre as parcelas foram deixados 3 m sendo a área total utilizada no experimento de 2.400 m² (0,24 ha). Na Figura 1 é apresentado o croqui da área experimental, das unidades experimentais e dos tratamentos.

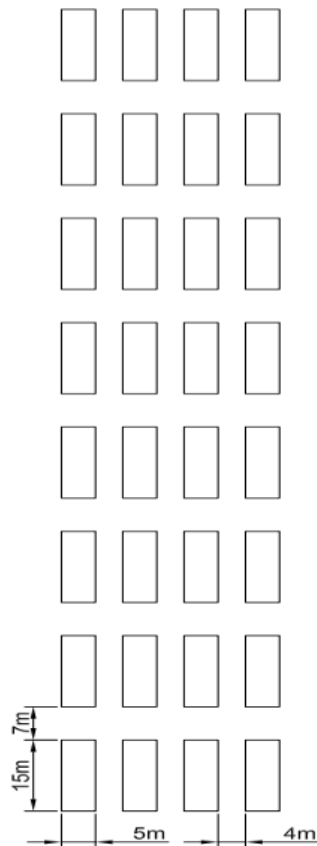


FIGURA 1– Croqui da área experimental do experimento

3.2. Máquinas e Implementos

3.2.1. Trator

Para tracionar a semeadora-adubadora, foi utilizado um trator, marca New Holland, modelo TI 85 E, tração dianteira auxiliar (TDA) com potência nominal de 83 cv (61kw) a 2400 rpm. No momento do plantio, o trator encontrava-se lastrado com água nos pneus traseiros.

3.2.2. Semeadora-Adubadora

Foi utilizada uma semeadora – adubadora de plantio direto de sementes miúdas de marca Semeato, modelo SHM/11, com uma capacidade do depósito de sementes de 38L e do depósito de fertilizante de 366L (Figura 2).



FIGURA 2 – Semeadora- adubadora utilizada no experimento

3.3. Caracterização da Área Experimental

3.3.1. Composição Química e Textural do Solo

A análise da composição química e textural do solo foram realizadas pelo Laboratório de Análises e Controle de Qualidade Ltda. (Agrolab),

situado no município de Vila Velha, ES, de acordo com a metodologia descrita pela Embrapa (1999).

3.3.2. Teor de Água no Solo

Foi utilizado o método gravimétrico padrão, com base na massa de solo seco em estufa na temperatura de 105 - 110 °C até atingir massa constante, conforme Embrapa (1997). Na condução do experimento, foram realizadas 25 amostragens de solo no dia da operação da semeadura e determinado o teor de água na faixa de 0 - 0,20 m de profundidade.

3.3.3. Densidade do Solo

A densidade do solo foi determinada na faixa de 0 - 0,20 m de profundidade, utilizando-se o método do anel volumétrico, descrito pela Embrapa (1997). As amostras foram coletadas e acondicionadas em cápsulas de alumínio, sendo posteriormente lacradas até a análise ao laboratório. A amostragem foi realizada antes da aplicação dos tratamentos, retirando-se 25 amostras em cada bloco experimental.

3.3.4. Resistência do Solo à Penetração

A resistência do solo à penetração foi obtida com o penetrômetro, marca DLG, modelo PNT-2000 (Figura 3), cujas principais características são descritas no Quadro 1.

A coleta dos dados para determinar a resistência do solo à penetração foi feita em 25 pontos distintos do experimento, com a retirada simultânea de amostras de solo para a determinação do teor de água no solo. A obtenção dos valores de resistência à penetração foi apresentada em forma de gráficos, na faixa de 0 - 0,30 m de profundidade, sendo os valores expressos em MPa. O tipo de cone utilizado para a realização das coletas de

dados foi o tipo 2 (médio), com 129 mm^2 de área da seção transversal do cone.



FIGURA 3 - Penetrômetro utilizado.

Quadro 2 - Características do penetrômetro PNT -2000

Tipo	Parâmetro
Alimentação	Bateria interna recarregável de 3,6 Vcc
Tipos de cone	De acordo com a norma ASAE S313.3: - Cone tipo 1 (grande): 323 mm^2 - Cone tipo 2 (médio): 129 mm^2 Não normalizados - Cone tipo 3 (pequeno): $71,25 \text{ mm}^2$
Profundidade máxima de penetração	0,6 m
Medição de força	Célula de carga de capacidade máxima de 1.000 N
Medição de profundidade	Por meio de sensor ultra-sônico, com precisão de 0,001 m
Capacidade de memória	768 ensaios

Fonte: DLG (2006).

3.3.5. Massa Seca da Matéria da Cobertura Vegetal

A massa da matéria seca da cobertura vegetal foi coletada antes da semeadura, utilizando-se um quadro de madeira de $0,25 \text{ m}^2$ ($0,5 \times 0,5 \text{ m}$), que foi lançado aleatoriamente sobre a cobertura.

Foram coletadas vinte e cinco amostras em pontos distintos no experimento, posteriormente secadas em estufa a 65 °C até atingir massa constante, sendo os valores expressos em kg ha⁻¹. Encontravam-se na área uma cobertura vegetal de sorgo nativo e capim colonial.

3.4. Teste de Germinação das Sementes

Antes do plantio, foi feito o teste de germinação das sementes no Laboratório de Pesquisa em Sementes do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa. Utilizou-se como substrato o papel germitest, umedecido com água destilada na proporção de 2,5:1. Foram retiradas, ao acaso, da porção semente pura de cada amostra, quatro repetições de 100 sementes e colocadas para de acordo com as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 1992). As contagens foram realizadas aos sete dias, durante as contagens observou-se a sanidade das sementes e anotou-se na respectiva ficha de análise.

3.5. Plantio e Tratos Culturais

Antes do plantio foi aplicado glifosato potássico para a dessecação pré-semeadura, na dosagem de 3,0 L ha⁻¹, (figura 4). Vinte dias após a aplicação, com a palhada completamente seca e acamada sobre o solo, o experimento de campo foi implantado (figura 5).



(a)



(b)

FIGURA 4 – Aplicação de herbicida pré-semeadura.



FIGURA 5 – Área dessecada

3.6. Força de Tração

A determinação da força de tração requerida pela semeadora-adubadora foi realizada por uma célula de carga Kratos de capacidade igual a 5,0 kN, acoplada entre o trator e a semeadora . A força de tração média foi determinada pela equação 1 .

$$F_m = \frac{\sum_{i=1}^n F_i}{n} \cdot 0,0098$$

eq. 1

em que

F_m = força de tração média (kN);

F_i = força de tração instantânea (kgf);

n = número de dados registrados; e

0,0098 – fator de conversão para kN.

3.7. Velocidade do Conjunto Mecanizado

Para a determinação das velocidades do conjunto mecanizado, demarcou-se um percurso de cinquenta metros em uma área ao lado do experimento e com a ajuda do manual do trator foram selecionadas as marchas, marchas de redução e rotações adequadas para o trabalho.

3.8. Potência Requerida na Barra de Tração

Determinou-se a potência média requerida na barra de tração, conforme a equação 2.

$$P_m = F_m V_m$$

eq. 2

em que

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

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

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

3.9. Capacidade Operacional Teórica

Mediante a velocidade de trabalho e das medições da largura efetiva de semeadura, calculou-se a capacidade operacional teórica, conforme a equação 3 (MIALHE, 1974).

$$Cct = \frac{V_m L}{10} \quad \text{eq. 3}$$

em que

Cct = capacidade operacional teórica ($ha h^{-1}$);

L = largura de plantio (m); e

V_m = velocidade média de deslocamento ($km h^{-1}$).

3.10. Consumo de Combustível

O consumo de combustível foi determinado por meio de uma proveta graduada de 1000 mL fixada no trator. Com o tanque de combustível desativado, sendo assim o trator utilizava o combustível da proveta. Antes de começar o experimento, em cada parcela a proveta era completada e no final anotava-se o valor consumido de combustível. Os valores de consumo horário do combustível (Ch) foram expressos em L h⁻¹.

3.10.1. Consumo Específico de Combustível

Considerando que o consumo específico de combustível é definido como o consumo horário por unidade de potência, por hora de trabalho o mesmo foi determinado utilizando-se a equação 4.

$$C_e = \frac{C_h}{P_b} d \quad \text{eq. 4}$$

em que

C_e = consumo específico de combustível (g kW⁻¹ h⁻¹);

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

P_b = potência na barra de tração (kW); e

d = densidade do combustível (g L⁻¹).

3.10.2. Consumo de Combustível por Área Trabalhada

Após a determinação da capacidade operacional teórica, determinou-se o consumo de combustível por área trabalhada, por meio da equação 5.

$$C_{ct} = \frac{C_h}{C_{ct}} \quad \text{eq. 5}$$

em que

C_{ct} = consumo de combustível por área trabalhada (L ha⁻¹);

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

Cct = capacidade operacional teórica (ha h⁻¹).

3.11. Patinagem das Rodas Motrizes do Trator

Para calcular a patinagem foi marcado o tempo que o conjunto realiza a parcela com carga e sem carga, e depois calculada pela seguinte equação , de acordo com Mialhe (1996), equação 6.

$$Pi \equiv \frac{(Tc - Tsc)}{Tc} \times 100$$

eq.6

em que

Pi= patinagem (%)

Tc = Tempo de deslocamento com carga

Tsc = Tempo de deslocamento sem carga

3.12. Profundidade de Deposição das Sementes

Para a determinação da profundidade de deposição das sementes foi utilizado um paquímetro e foram efetuadas 20 medições em cada linha de plantio (figura 6).



FIGURA 6 – Profundidade de deposição da semente.

3.13. Emergência em Campo

3.13.1. Índice de Velocidade de Emergência

Foram determinadas a partir do oitavo dia após a semeadura, sendo anotadas o número de plântulas emergidas, numa área de 1,0 m² (1x 1 m), repetindo cinco vezes em cada parcela. A contagem de plântulas emergidas foi encerrada depois da sua estabilização.

O Índice de Velocidade de Emergência (IVE) foi calculado pelo somatório da razão do número de plantas emergidas no quinto dia, contado a partir da primeira contagem, e assim sucessivamente até a sua estabilização. Para o cálculo do IVE, foi utilizada a equação 7. (Maguire, 1962)

$$IVE = \frac{N_1}{D_1} + \dots + \frac{N_n}{D_n} \quad \text{eq. 7}$$

em que:

IVE = Índice de Velocidade de Emergência;

N_i = número de plântulas emergidas na primeira contagem;

D_i = número de dias da semeadura até a primeira contagem;

N_n = número de plântulas emergidas na última contagem; e

D_n = número de dias da semeadura até a última contagem.

3.13.2. Tempo Médio de Emergência

O cálculo do tempo médio de emergência (TME), em dias, foi feito tendo como referência a equação 8, descrita por Özmerzi et al. (2002).

$$T_m = \frac{N_1 T_1 + N_2 T_2 + \dots + N_n T_n}{N_1 + N_2 + \dots + N_n} \quad \text{eq. 8}$$

em que:

T_m = tempo médio de emergência (dias);

$N_{1\dots n}$ = número de plântulas emergidas na primeira contagem; e

$T_{1\dots n}$ = número de dias após a semeadura.

3.14. Produtividade de matéria seca

Para determinação da produção de matéria seca, a forrageira foi cortada, a 0,10 m do solo. O corte foi feito em pontos aleatórios da unidade experimental, utilizando um gabarito de 1 m² (1 x 1 m). O material coletado foi colocado em saco de papel identificado e pesado e levado à estufa com ventilação forçada, à temperaturas de 58 e 65°C para determinação de sua matéria seca e estimativa da produção de matéria seca total.

3.15. Análise Estatística

Os resultados foram submetidos à análise de superfície de resposta, a 5% de probabilidade, por meio do software *Statistical Analysis System* versão 9.2 (SAS, 2009). Para a análise de superfície de resposta foi estabelecido o modelo completo composto pelos efeitos principais e da interação entre os fatores velocidade do conjunto trator- semeadora e

deposição de profundidade de sementes. Modelos reduzidos foram também testados, caso o teste para a falta de ajustamento fosse significativo para o modelo completo. Preferencialmente, o modelo escolhido (completo ou reduzido) foi aquele que apresentou teste F não significativo para a falta de ajuste e significativo para a regressão, além de apresentar teste t significativo para os coeficientes.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Caracterização da Área Experimental

4.1.1. Caracterização Química e Textural do Solo

De acordo com os resultados da análise química do solo (Tabela 2), não houve necessidade da correção do pH (potencial hidrogeniônico em água) do solo, saturação por bases (V), acidez trocável (Al^{+3}) e a saturação por Al^{+3} (m), pois as mesmas foram classificadas como média (5,1 – 5,9), alta (> 90) e baixa (0,20 e 15,0), respectivamente. A acidez potencial (H + Al) foi maior que 6, sendo, assim, classificada como boa (ALVAREZ et al., 1999).

Tabela 2 - Características químicas do solo, na camada de 0 - 0,20 m de profundidade, da área experimental

PH	P	K	Ca ²⁺	Mg ⁺²	Al ⁺³	H+Al	SB	(t)	(T)	V	m	P-rem
(H ₂ O)	(mg dm ⁻³)		cmol _c dm ⁻³							%	mg L ⁻¹	
5,54	11,82	59,8	4,18	3,17	0,22	7,43	7,86	6,68	15,29	51,39	0,0	34,1

pH = potencial hidrogeniônico; P = fósforo, em mg.dm⁻³; K = potássio, em mg.dm⁻³; Ca⁺² = cálcio, em mg.dm⁻³; Mg⁺³ = magnésio, em mg.dm⁻³; Al⁺³ = alumínio, em mg.dm⁻³; SB = soma de bases, em mg.dm⁻³; (t) = capacidade de troca de cátions efetiva, em mg.dm⁻³; (T) = capacidade de troca de cátions em pH 7, em mg.dm⁻³; V = saturação de bases, %; m = saturação por alumínio, %; P-rem = disponibilidade de fósforo.

As disponibilidades de fósforo (P-rem), cálcio trocável (Ca²⁺), magnésio trocável (Mg²⁺) e soma de bases (SB) foram classificadas como muito boas, pois apresentaram valores maiores que 30,0; 4,0; 1,50; e 6,0, respectivamente. A disponibilidade de potássio (K), a capacidade de troca de cátions efetiva (t), a capacidade de troca de cátions em pH 7 (T) e fósforo (P) foram classificadas como boas pelo fato de se encontrarem nas faixas entre 71 - 120, 4,61 - 8,00, 8,61 - 15,00 e 20,1 - 30, respectivamente.

Na Tabela 3 são apresentadas as frações de areia, silte e argila, obtidas pela análise granulométrica do solo da área experimental. O solo foi classificado como de textura franco-argilosa, contendo 40% de argila em sua composição (EMBRAPA, 1997).

Tabela 3 - Análise granulométrica do solo, na faixa de 0 - 0,20 m de profundidade, da área experimental

Partículas	Porcentual (%)
Areia Grossa	52
Silte	8
Argila	40

Na tabela 3 são apresentados os resultados da análise de solo dos micronutrientes, todos se apresentaram entre médio e alto com a exceção do Boro (B), que apresentou-se baixo.

Tabela 3 - Características químicas do solo, na faixa de 0 - 0,20 m de profundidade, da área experimental

Fe	Zn	Cu	Mn	B	Na	S
(mg dm ⁻³)						
38,9	8	1,6	48,8	0,1	8	8,9

Fe= ferro; Zn = zinco; Cu= cobre; Mn= manganês; B = Boro; Na= sódio; S= enxofre

4.1.2. Teor de Água e Densidade do Solo

As características analisadas foram o teor de água e a densidade do solo, nas faixas de 0 - 0,10 m e 0,10 - 0,20 m de profundidade (Tabela 5).

De acordo com a Tabela 4, a maior porcentagem de teor de água foi observada na faixa de 0,10 - 0,20 m de profundidade do solo. Entretanto, para a densidade do solo, o maior valor encontrado foi na faixa de 0 - 0,20 m de profundidade do solo.

Tabela 5 - Teor médio de água (U) e densidade do solo (DS), nas faixas de 0 - 0,10 m e 0,10 - 0,20 m de profundidade

Profundidade	U (%b.s)	DS (g cm ⁻³)
0 - 0,10 m	19,85	1,46
0,10 - 0,20 m	23,84	1,52

4.1.3 Resistência do Solo à Penetração Antes do Plantio

Os valores médios da resistência do solo à penetração em função da profundidade são apresentados na Figura 7.

Observou-se que em maiores profundidades ocorreu aumento na resistência do solo à penetração. Na faixa de 0 - 0,40 m de profundidade, os valores de resistência do solo à penetração variaram de 0 – 0,70 MPa.

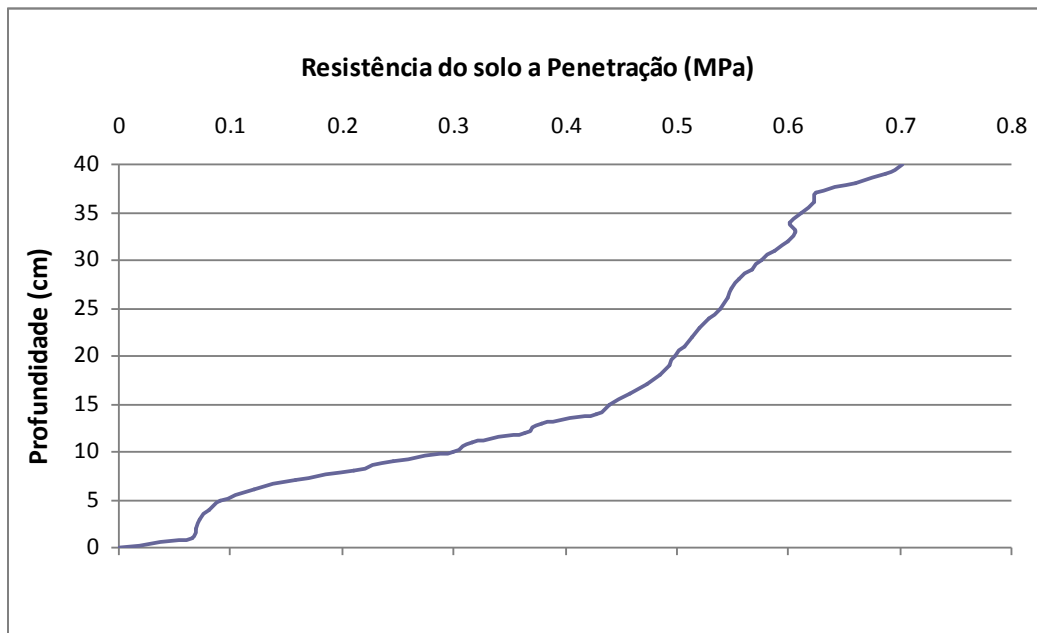


FIGURA 7 – Resistência do solo à penetração (MPa)

4.1.4 Massa da Matéria Seca da Cobertura Vegetal

O valor médio da massa da matéria seca da cobertura vegetal do solo foi de 1.090,60 kg ha⁻¹.

4.2. Teste de Germinação das Sementes

Na tabela 6, pode-se observar as características das sementes das forrageiras, de marca comercial .

Tabela 6 – Características das sementes das forrageiras

Forrageira	Pureza (%)	Germinação (%)	Valor cultural (%)
<i>Brachiaria brizantha</i> (Marandu)	39,7	78	29

Vitória (2010) trabalhando com sementes de *Braquiaria brizantha* (Marandu) encontrou valores de 40,3 % de pureza, 81% de germinação e 32% de valor cultural.

4.3. Força de Tração

4.3.1. Força de tração requerida na barra de tração

Observa-se, na Tabela 7, teste F significativo para a falta de ajustamento. Porém, o teste F para a FV regressão do modelo completo foi significativo, o que demonstra que pelo menos um dos fatores estudados tem influência no parâmetro. O teste t apresentado na tabela 8 demonstra efeitos significativos dos fatores velocidade do conjunto trator -semeadora e profundidade de deposição de sementes. Devido à significância do modelo

completo e das estimativas dos parâmetros deste modelo, optou-se pela seleção do mesmo, apesar da sua significância para a falta de ajustamento.

Tabela 7 – Análise de variância do teste F para a força requerida na barra de tração do trator.

Fontes de Variação	GL	SQ	QM	F
Regressão	2	26,5702	13,285	27,1*
Falta de ajustamento	5	16,3435	3,2687	6,66*
Tratamento	7	42,9137	-	-
Resíduo	24	11,7652	0,4902	-
Total	31	54,6789	-	-

* $P < 0,05$; ^{n.s.} não significativo; $F_{5\%}(2; 24) = 3,40$; $F_{5\%}(5; 24) = 2,62$ $r^2 = 0,6192$

Tabela 8 – Resultados do teste t para o modelo reduzido estimado para a força requerida na barra de tração do trator.

Variável	GL	Parâmetros estimados	Erro Padrão	Valores de t
Intercepto	1	5,9294	0,3561	13,66
Vel	1	0,3543	0,0504	5,77*
Dep	1	44,9968	11,2565	3,28*

* $P < 0,05$; ^{n.s.} não significativo; $t_{5\%}(24) = 2,05$; V - velocidade de operação; Dep – Profundidade de deposição de sementes

$$F_t = 5,9294 + 0,3543 V + 44,9968 \text{ DEP} \quad \text{Eq.10}$$

em que

F_t = força de tração requerida na barra de tração (kN)

V = Velocidade (km h^{-1})

DEP = Profundidade de deposição de sementes (m)

Apesar do F da FV falta de ajustamento ser significativo a equação 11, apresentou r^2 de 0,6192. Na figura 8 esta representado o gráfico da superfície de resposta da força de tração requerida. Observa-se que ao aumentar a velocidade e a profundidade de deposição de semente houve um aumento na força de tração.

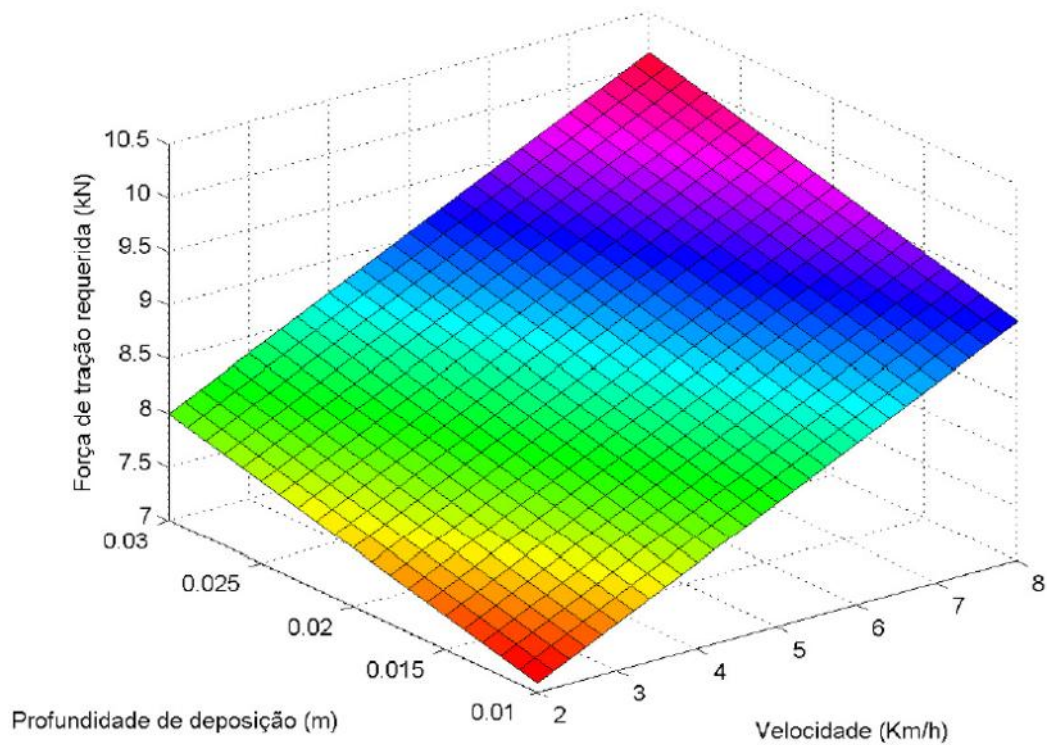


FIGURA 8 - Força de tração requerida na barra de tração.

Ao estudar semeadoras equipadas com sulcadores dos tipos discos duplos e facão em solo argiloso, Collins e Fowler (1996) encontraram, para cada incremento de velocidade, aumento no requerimento de força na barra de tração.

Pinheiro Neto et al. (2004) trabalhando em um sistema de plantio direto em um latossolo vermelho distrófico, constataram aumento da força na barra de tração de 8% quando a velocidade de operação passou de 5,6 para 10,8 km h⁻¹.

Trabalhando em um experimento de plantio direto de feijão, Silveira (2008) encontrou resultados em que aumentando o fator velocidade de operação afetou a força média na barra de tração, apresentou um comportamento linear decrescente, para cada valor acrescido na velocidade de operação houve uma diminuição na força requerida na barra de tração de 0,32 kN.

4.3.2. Força de tração requerida na barra de tração por linha de plantio

Na Tabela 9, observa-se que o teste F foi significativo para a falta de ajustamento. Porém, o teste F para a FV regressão do modelo completo foi significativo, o que demonstra que pelo menos um dos fatores estudados tem influência no parâmetro. O teste t apresentado na tabela 10 demonstra efeitos significativos dos fatores velocidade e do conjunto trator-semeadora e profundidade de deposição de sementes. Devido à significância do modelo completo e das estimativas dos parâmetros deste modelo, optou-se pela seleção do mesmo, apesar da sua significância para a falta de ajustamento.

Tabela 9 – Análise de variância do teste F para a força requerida na barra de tração do trator por linha de plantio.

Fontes de Variação	GL	SQ	QM	F
Regressão	2	1,2238	0,6118	39,4*
Falta de ajustamento	5	0,4235	0,0847	5,45*
Tratamento	7	1,6473	-	-
Resíduo	24	0,3727	0,0155	-
Total	31	2,02	-	-

* $P < 0,05$; ^{n.s.} não significativo; $F_{5\%}(2; 24) = 3,40$; $F_{5\%}(5; 24) = 2,62$ $r^2 = 0,7429$

O teste t para as estimativas dos coeficientes de regressão está apresentado na tabela 10 e demonstra os efeitos significativos dos fatores velocidade do conjunto trator-semeadora e profundidade de deposição de sementes no fator força requerida por linha de plantio.

Tabela 10 – Resultados do teste t para o modelo reduzido estimado para a força requerida na barra de tração do trator por linha de plantio.

Variável	GL	Parâmetros estimados	Erro Padrão	Valores de t
Intercepto	1	1,095	0,0633	17,27
Vel	1	0,05579	0,0089	6,22*
Dep	1	15,0937	2,0091	7,51*

* P<0.05; n.s. não significativo; $t_{5\%}(24) = 2,05$; V - velocidade de operação; Dep – Profundidade de deposição de sementes

$$F_{tL} = 1,095 + 0,05579 V + 15,0937 DEP \quad \text{Eq.11}$$

em que

F_{tL} = força de tração requerida na barra de tração por linha de plantio (kN)

V = Velocidade (km h^{-1})

DEP = Profundidade de deposição de sementes (m)

A equação gerada esta representada acima, pela equação 11, sendo que o r^2 foi igual a 0,7429. Na figura 9, está o gráfico da superfície de resposta da força de tração requerida por linha de plantio, o parâmetro estudo apresenta a mesma característica do anterior, ao aumentar a velocidade de operação e a profundidade de deposição de semente, aumenta -se a força requerida por linha de plantio.

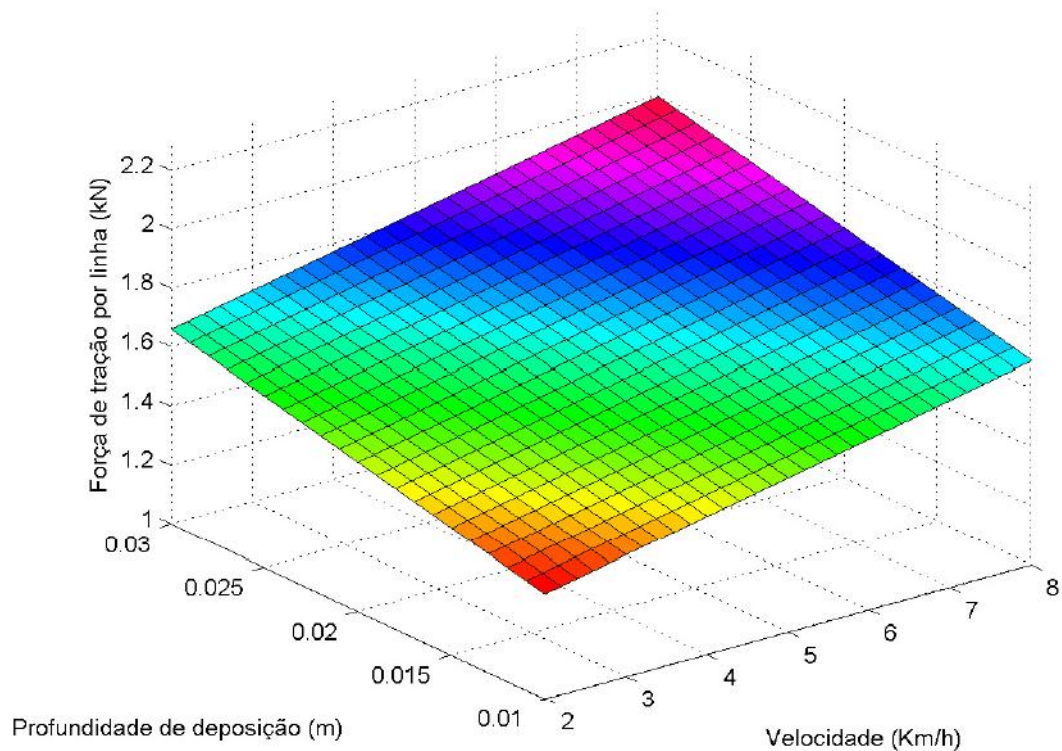


FIGURA 9 - Força de tração requerida por linha de plantio.

Bortolotto et al. (2005), avaliando a demanda energética de uma semeadora-adubadora modelo PST³ Suprema com oito unidades de semeadura, em diferentes velocidades de deslocamento e tipos de cobertura vegetal, encontraram valores da força de tração requerida por linha de semeadura de 1,62; 1,64; e 1,76 kN, quando trabalharam com velocidades de 3,5; 5,0; 6,5 m s⁻¹ respectivamente. Em estudo sobre a demanda energética de uma semeadora, Modolo et al. (2005) verificaram aumento percentual de 126,41% na força de tração requerida quando aumentaram de uma para cinco linhas de semeadura.

4.4. Potência

4.4.1 Potência Requerida na barra de tração

Um dos fatores que mais contribuem para o sucesso da semeadura é a correta seleção e utilização das máquinas e implementos agrícolas. Pois é

através desta e do conhecimento de alguns parâmetros, como a potência demandada e consumo de combustível, que se pode determinar a eficiência operacional do conjunto mecanizado, com o mínimo dispêndio de energia.

Na tabela 11 pode-se observar que o teste F para a FV falta de ajustamento indica que o modelo de regressão em função apenas da velocidade do conjunto trator-semeadora se ajusta bem aos dados, podendo, portanto, ser utilizado para estudar a variável potência requerida na barra de tração.

O teste f para a FV regressão do modelo ajustado foi significativo indicando efeito significativo do fator velocidade do conjunto trator-semeadora sobre a potência requerida na barra de tração do trator.

Tabela 11 – Análise de variância do teste F para a potência requerida na barra de tração do trator.

Fontes de Variação	GL	SQ	QM	F
Regressão	1	907,9041	907,9041	200,9*
Falta de ajustamento	2	1,1517	0,5758	0,12 ^{n.s.}
Tratamento	3	909,0558	-	-
Resíduos	28	126,5274	4,5188	-
Total	31	1035,5832	-	-

* $P < 0,05$; ^{n.s.} não significativo; $F_{5\%}(1; 28) = 4,20$; $F_{5\%}(2; 28) = 3,34$ $r^2 = 0,9987$

Na tabela 12 observa-se efeito significativo do fator velocidade na potência na barra de tração do trator, pelo teste t. A equação, representada pela equação 12, apresenta um r^2 de 0,9987.

Tabela 12– Resultados do teste t para o modelo reduzido estimado para a potência requerida na barra de tração.

Variável	GL	Parâmetros estimados	Erro Padrão	Valores de t
Intercepto	1	-0,63544	0,8909	-0,71
Vel	1	2,3821	0,1623	14,67*

* $P < 0,05$; ^{n.s.} não significativo; $t_{5\%}(28) = 2,05$; V - velocidade de operação; Dep – Profundidade de deposição de sementes

$$P_{bt} = -0.63544 + 2.3821 V \quad \text{eq.12}$$

em que

P_{bt} = Potência de tração requerida na barra de tração (kW)

V = Velocidade (km h^{-1})

Pode-se observar que ao aumentar a velocidade de operação, a potência requerida também aumentou, já que a força de tração requerida na barra de tração foi influenciada pelo aumento da velocidade.

4.4.2 Potência Requerida por linha de plantio

Assim como a potência requerida na barra de tração, o modelo adequado para estudar a potência requerida por linha de plantio é composto apenas pelo fator velocidades. Este modelo apresentou teste F não significativo e significativo para falta de ajustamento e regressão, respectivamente, tabela 13.

Na tabela 14 observa-se teste t significativo para o fator velocidade de operação.

Tabela 13 – Tabela de análise de variância do teste F, para falta de ajustamento o modelo de regressão, para a potência requerida por linha de plantio.

Fontes de Variação	GL	SQ	QM	F
Regressão	1	36,3465	36,3165	200,9*
Falta de ajustamento	2	0,0461	0,0230	0,12 ^{ns}
Tratamento	3	36,3625	-	-
Resíduos	28	5,0611	0,1807	-
Total	31	41,4263	-	-

* $P < 0,05$; ^{n.s.} não significativo; $F_{5\%}(1; 28) = 4,20$; $F_{5\%}(2; 28) = 3,34$ $r^2 = 0,9921$

Tabela 14 – Resultados do teste t para o modelo reduzido estimado para a força requerida na barra de tração do trator por linha de plantio.

Variável	GL	Parâmetros estimados	Erro Padrão	Valores de t
Intercepto	1	-0,1270	0,1782	-0,71
Vel	1	0,4764	0,0732	6,48*

* P<0.05; ^{n.s.} não significativo; $t_{5\%}(28) = 2,05$; V - velocidade de operação;

$$P_{btl} = -0,1270 + 0,4764 V \quad \text{Eq. 13}$$

em que

P_{btl} = Potência de tração requerida na barra de tração por linha de plantio (kW)

V = Velocidade (km h^{-1})

O coeficiente de determinação verificado na regressão linear entre a potência por linha de plantio e as velocidades de operação do conjunto mecanizado foi de 0,9921. Portanto, esse resultado evidencia que os 99,21%. A equação 13, é a equação gerada pela análise estatística, ao aumentar a velocidade de operação do conjunto trator -semeadora, aumentou a potência requerida por linha de plantio .

4.5. Consumo de combustível

4.5.1 Consumo específico de combustível

Na tabela 15 abaixo pode-se observar que o teste F para a FV falta de ajustamento indica que o modelo de regressão em função apenas da velocidade do conjunto trator-semeadora se ajusta bem aos dados, podendo, portanto, ser utilizado para estudar a variável consumo específico de combustível.

O teste f para a FV regressão do modelo ajustado foi significativo indicando efeito significativo do fator velocidade do conjunto trator- semeadora sobre o consumo específico de combustível.

Tabela 15 – Análise de variância do teste F para o consumo específico de combustível.

Fontes de Variação	GL	SQ	QM	F
Regressão	1	2,5453	2,5453	31,03*
Falta de ajustamento	2	0,1369	0,0684	0,835 ^{ns}
Tratamento	3	2,6822	0,8940	-
Resíduos	28	2	0,0820	-
Total	31	4,9786	-	-

* $P < 0,05$; ^{n.s.} não significativo; $F_{5\%}(1; 28) = 4,20$; $F_{5\%}(2; 28) = 3,34$ $r^2 = 0,9485$

O resultado do teste t, na tabela 16, demonstra que apenas o fator velocidade de operação influenciou o consumo específico de combustível. O r^2 da equação gerada foi de 0,9485, e esta apresentada pela equação 14.

Tabela 16– Resultados do teste t para o modelo reduzido estimado para o consumo específico de combustível.

Variável	GL	Parâmetros estimados	Erro Padrão	Valores de t
Intercepto	1	1,4539	0,1198	12,13
Vel	1	-0,1261	0,0242	-5,20*

* $P < 0,05$; ^{n.s.} não significativo; $t_{5\%}(28) = 2,05$; V - velocidade de operação

$$Cec = 1,4593 - 0,1261 V \quad \text{Eq.14}$$

em que

Cec = Consumo específico de combustível ($g \text{ kW}^{-1} \text{ h}^{-1}$)

V = Velocidade ($km \text{ h}^{-1}$)

Pode-se observar que ao aumentar a velocidade de operação, o consumo específico de combustível diminuiu. Os resultados obtidos são semelhantes aos encontrados por Mahl et al. (2004), Cortez et al. (2007) e Silveira (2008).

4.5.2 Consumo de combustível por área trabalhada

Na Tabela 17 está descrita a análise de regressão para a falta de ajustamento e observa-se que o teste F foi significativo para a falta de ajustamento. Porém, o teste F para a FV regressão do modelo completo foi significativo, o que demonstra que pelo menos um dos fatores estudados tem influência no parâmetro. O teste t apresentado na tabela 18 demonstra efeitos significativos dos fatores velocidade do conjunto trator -semeadora e profundidade de deposição de sementes. Devido à significância do modelo completo e das estimativas dos parâmetros deste modelo, optou-se pela seleção do mesmo, apesar da sua significância para a falta de ajustamento.

Tabela 17 – Análise de variância do teste F para o consumo de combustível por área trabalhada.

Fontes de Variação	GL	SQ	QM	F
Regressão	2	539,6007	269,8003	287,7*
Falta de ajustamento	5	254,8606	50,9721	54,35*
Tratamento	7	794,4613	-	-
Resíduos	24	22,5072	0,9378	-
Total	31	816,9685	-	-

* $P < 0,05$; ^{n.s.} não significativo; $F_{5\%}(2; 24) = 3,40$; $F_{5\%}(5; 24) = 2,62$ $r^2 = 0,6709$

Tabela 18 – Resultados do teste t para o modelo reduzido estimado para o consumo de combustível por área trabalhada.

Variável	GL	Parâmetros estimados	Erro Padrão	Valores de t
Intercepto	1	21,1209	1,7284	42,89
Vel	1	-1,7508	0,0696	-25,13*
Dep	1	123,9490	16,2710	7,61*

* $P < 0,05$; ^{n.s.} não significativo; $t_{5\%}(24) = 2,06$; V - velocidade de operação; Dep – Profundidade de deposição de sementes

$$Cca = 21,1209 - 1,7508 V + 123,9490 DEP$$

Eq. 15

em que

Cca = Consumo de combustível por área trabalhada ($L ha^{-1}$)

V = Velocidade ($km h^{-1}$)

DEP = Profundidade de deposição de sementes (m)

A equação gerada pela análise, equação 15, apresenta um $r^2=0,6709$, o gráfico da superfície de resposta da equação está apresentado na figura 10, onde observa-se que ao diminuir a velocidade houve um aumento no consumo de combustível por área trabalhada,

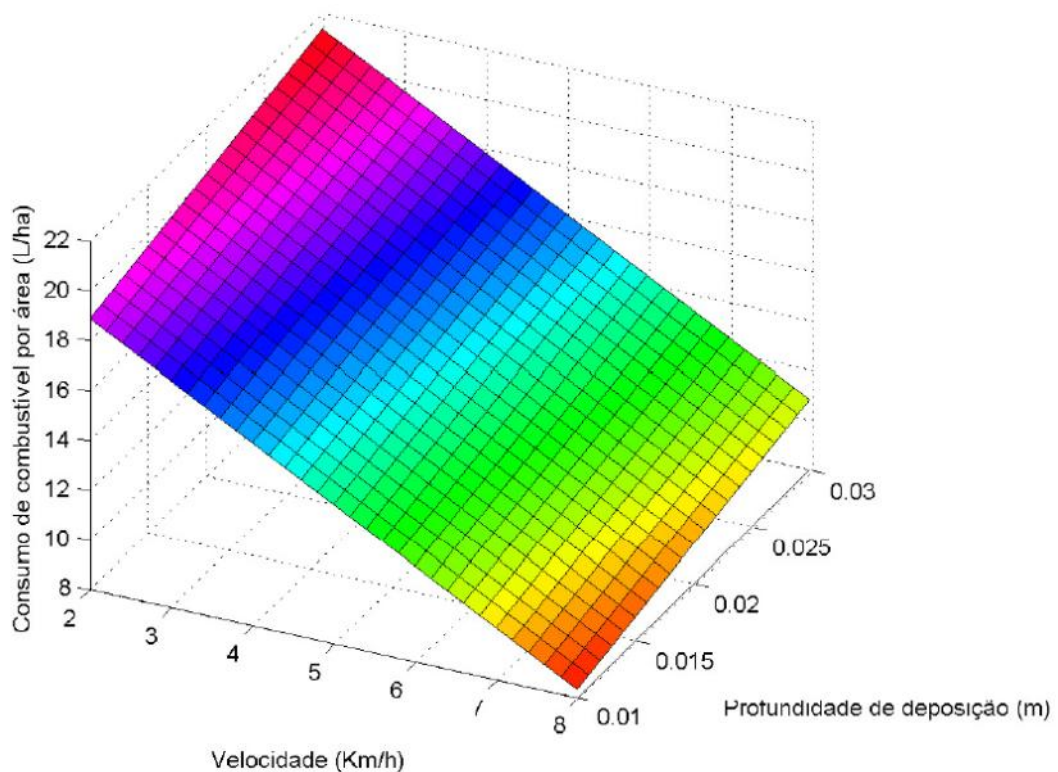


FIGURA 10 –Consumo de combustível por área trabalhada.

Quanto maior a velocidade de operação, menor o consumo de combustível por área trabalhada, que por sua vez está correlacionado com a capacidade operacional teórica. Sendo assim, para uma menor capacidade operacional teórica verificou-se maior consumo de combustível por área trabalhada, resultado que está de acordo com Oliveira et al. (2000),

Mahl et al. (2004), Bortolotto et al. (2005) , Cortez et al. (2007) e Furlani et al. (2005).

4.6 Patinagem das rodas motrizes do trator

Para a avaliação da patinagem das rodas motrizes do trator em função da velocidade de deslocamento do conjunto trator -semeadora e da profundidade de deposição de sementes, traçou-se a partir dos dados coletados em campo, um modelo de regressão considerando todos esses fatores e as interações entre eles.

Por meio da análise de variância da regressão foi possível verificar que o modelo completo e a falta de ajuste são significativos, tabela 19. Porém pelo teste t (Tabela 20) para os parâmetros estimados do modelo foram significativos, apenas o fator profundidade de deposição de semente foi não significativo.

Tabela 19 – Análise de variância do teste F para a patinagem das rodas motrizes do trator

Fontes de Variação	GL	SQ	QM	F
Modelo	3	1083,8145	361,2715	168,45*
Falta de ajustamento	4	563,6843	140,9201	66,33*
Tratamento	7	1647,4987	-	-
Resíduos	24	50,9871	2,1446	-
Total	31	1698,4858	-	-

* $P < 0,05$; ^{n.s.} não significativo; $F_{5\%}(3; 24) = 3,01$; $F_{5\%}(4; 24) = 2,78$ $r^2 = 0,6578$

Tabela 20 – Resultados do teste t para o modelo reduzido estimado para a patinagem das rodas motrizes do trator.

Variável	GL	Parâmetros estimados	Erro Padrão	Valores de t
Intercepto	1	-3,716	1,305	-2,84
Vel	1	1,894	0,2382	7,95*
Dep	1	54,0625	57,6687	0,93 ^{ns}
V x D	1	27,7375	10,7955	2,57*

* $P < 0,05$; ^{n.s.} não significativo; $t_{5\%}(24) = 2,06$; V - velocidade de operação; Dep – Profundidade de deposição de sementes

O coeficiente de determinação verificado na regressão linear entre a patinagem e as velocidades de operação do conjunto mecanizado foi de 0,6578, a equação gerada no modelo está na equação 16. No gráfico da superfície de resposta da eficiência da patinagem das rodas motrizes do trator, figura 11, pode-se observar que ao aumentar a velocidade de operação e a profundidade de deposição de sementes, houve acréscimo na patinagem das rodas do trator.

$$P = -3,716 + 1,894 V + 54,0625 DEP + 27,7375VD \quad \text{Eq. 16}$$

em que

P = Patinagem das rodas motrizes do trator (%)

V = Velocidade (km h^{-1})

DEP = Profundidade de deposição de sementes (m)

VD = Interação entre velocidade e profundidade de deposição de sementes

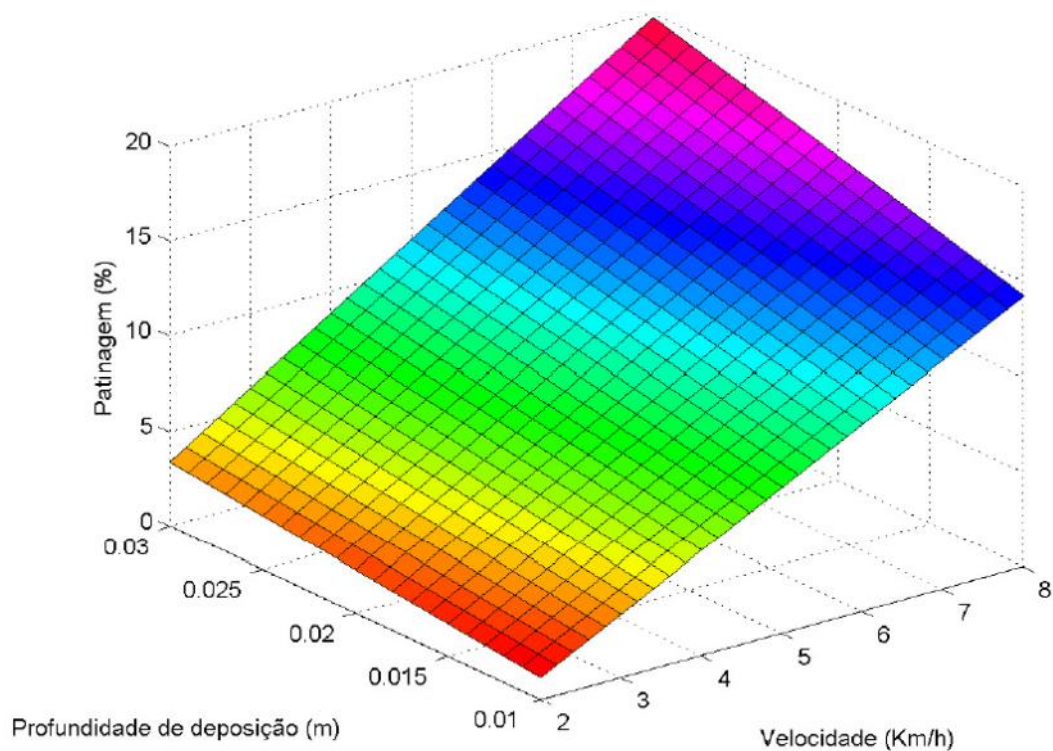


FIGURA 11 –Patinagem das rodas motrizes do trator.

Oliveira et al. (2000) não encontraram variação na patinagem dos rodados da semeadora com a variação da velocidade de operação. Entretanto, segundo eles, nas maiores velocidades a patinagem dos rodados da semeadora foi maior.

Os valores médios encontrados estão acima dos obtidos por Reis et al. (2002) e abaixo também dos propostos por Balastreire (1990), que determinou para pneus lisos 8% e para pneus ranhurados, 4%.

4.7.Profundidade de Deposição das Sementes

Na tabela 21 abaixo pode-se observar que o teste F para a FV falta de ajustamento indica que o modelo de regressão em função da velocidade do conjunto trator-semeadora e profundidade de semeadura se ajusta bem aos dados, podendo, portanto, ser utilizado para estudar a variável profundidade de deposição das sementes.

O teste f para a FV regressão do modelo ajustado foi significativo indicando efeito significativo dos fatores, observado na tabela 22.

Tabela 21 – Análise de variância do teste F para a profundidade de deposição das sementes.

Fontes de Variação	GL	SQ	QM	F
Modelo	2	23,1392	11,5695	1143,36*
Falta de ajustamento	5	0,0715	0,0143	1,41 ^{ns}
Tratamento	7	23,2106	-	-
Resíduos	24	0,2429	0,0101	-
Total	31	23,4535	-	-

* $P < 0,05$; ^{n.s.} não significativo; $F_{5\%}(2; 24) = 3,40$; $F_{5\%}(5; 24) = 2,62$ $r^2 = 0,9969$

Tabela 22 – Resultados do teste t para o modelo reduzido estimado para a profundidade de deposição das sementes.

Variável	GL	Parâmetros estimados	Erro Padrão	Valores de t
Intercepto	1	0,2537	0,0505	5,02
Vel	1	-0,01274	0,4519	-2,10*
Dep	1	84,9875	1,6176	52,53*

* P<0.05; ^{n.s.} não significativo; $t_{5\%}(24) = 2,06$; V - velocidade de operação; Dep – Profundidade de deposição de sementes

A equação gerada pelo resultado do teste t está apresentada abaixo na equação 17, possuindo um r^2 igual a 0,9969. Observando a figura 12, gráfico da superfície de resposta da profundidade de deposição de semente, que ao aumentar a velocidade houve um ligeiro decréscimo na profundidade de deposição de semente. Este comportamento pode ser observado também pelo parâmetro estimado do fator velocidade.

$$PDS = 0,2537 - 0,9512 V + 84,9875 DEP \quad \text{Eq.17}$$

em que

PDS = Profundidade de semeadura (m)

V = Velocidade (km h^{-1})

DEP = Profundidade de deposição de sementes (m)

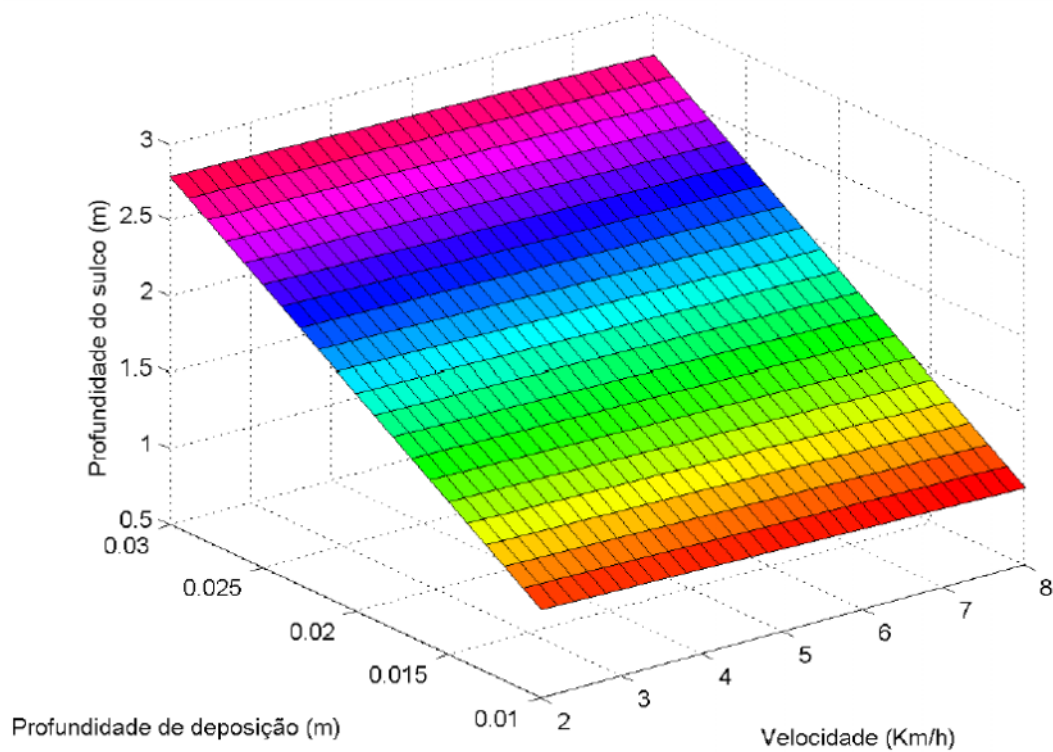


FIGURA 12 –Profundidade de deposição de semente.

Esse resultado está relacionado com os mecanismos de controle de profundidade da semeadora-adubadora, um problema que vem sendo observado e discutido por vários autores (ANDREOLI et al., 2002; COSTA et al., 2002; MAHL et al., 2004; SILVEIRA et al., 2005). Contudo, Furlani et al. (1999) observaram que a profundidade de deposição de semente não foi afetada quando a velocidade passou de 3,0 para 5,0 km h^{-1} . Mesmo com pequena variação na profundidade de deposição da semente, pode-se afirmar que a semeadora-adubadora desempenhou qualidade satisfatória na profundidade de deposição das sementes.

4.8. Emergência em Campo

4.8.1. Índice de Velocidade de Emergência

Por meio da análise de variância da regressão, tabela 23, foi possível verificar que o modelo completo e a falta de ajuste são significativos, o que indica que o modelo não é o mais adequado para explicar o ocorrido e que um ou mais fatores estudados influenciaram no parâmetro estudado. Porém, o teste F para a FV regressão do modelo completo foi significativo, o que demonstra que pelo menos um dos fatores estudados tem influência no parâmetro.

Tabela 23 – Análise de variância do teste F para o índice de velocidade de emergência.

Fontes de Variação	GL	SQ	QM	F
Modelo	2	210,5085	105,2542	89,25*
Falta de ajustamento	5	43,7927	8,7585	7,427*
Tratamento	7	254,3012	-	-
Resíduos	24	28,3042	1,1793	-
Total	31	282,8597	-	-

* $P < 0,05$; ^{n.s.} não significativo; $F_{5\%}(2; 24) = 3,40$; $F_{5\%}(5; 24) = 2,62$ $r^2 = 0,8279$

O teste t apresentado na tabela 24 demonstra efeitos significativos dos fatores velocidade do conjunto trator-semeadora e profundidade de deposição de sementes. Devido a significância do modelo completo e das estimativas dos parâmetros deste modelo, optou-se pela seleção do mesmo, apesar da sua significância para a falta de ajustamento.

Tabela 24 – Resultados do teste t para o modelo reduzido estimado para o índice de velocidade de emergência.

Variável	GL	Parâmetros estimados	Erro Padrão	Valores de t
Intercepto	1	4,3875	0,5521	7,94
Vel	1	-0,22877	0,0781	-2,92*
Dep	1	251,3306	17,4664	14,39*

* $P < 0,05$; ^{n.s.} não significativo; $t_{5\%}(24) = 2,06$; V - velocidade de operação; Dep – Profundidade de deposição de semente

A equação gerada pelo modelo estimado está apresentada abaixo pela equação 18, tendo um r^2 igual de 0,8279. A figura 13 apresenta o gráfico da superfície de resposta do índice de velocidade de emergência em campo, ao aumentar a velocidade houve um decréscimo no valor do índice e o contrario foi observado pelo fator profundidade de semeadura.

$$\text{IVE} = 4,3875 - 0,22877 V + 251,3306 \text{ DEP} \quad \text{Eq. 18}$$

em que

IVE = índice de velocidade de emergência

V = Velocidade (km h^{-1})

DEP = Profundidade de deposição de sementes (m)

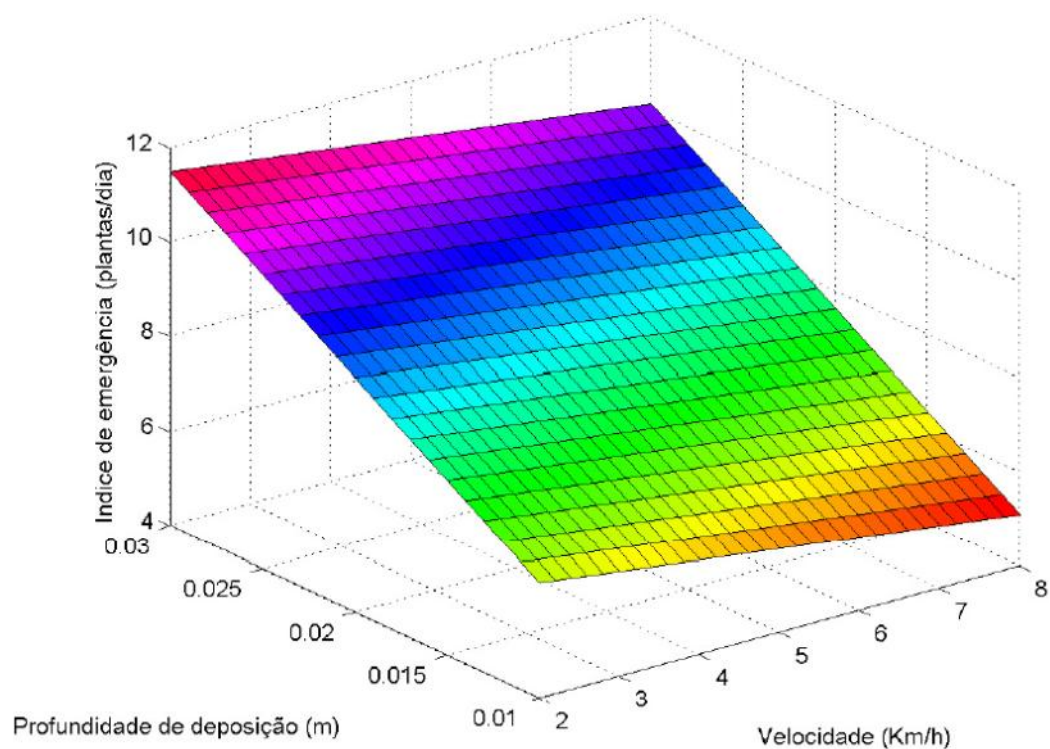


FIGURA 13 –Índice de velocidade de emergência em campo.

Rinaldi (2008) avaliando a influência da profundidade de adubação e da velocidade de uma semeadora de plantio direto na cultura do feijão encontrou resultados semelhantes.

A ausência do efeito da velocidade de deslocamento do conjunto mecanizado no percentual de emergência de plântulas também foi observado pelos autores Portella et al. (1997), variando a velocidade de 5 para 7 km h⁻¹.

Silveira (2004), avaliando o estabelecimento inicial da cultura do milho, afirmou que a velocidade de deslocamento não afeta o índice de velocidade de emergência das plântulas, apresentando valores médios de 35,45; 37,07; e 37,13 nas velocidades de 5, 6 e 7 km h⁻¹, respectivamente.

4.8.2. Tempo médio de Emergência

Na tabela 25 pode-se observar que o teste F para a FV falta de ajustamento indica que o modelo de regressão adotado se ajusta bem aos dados, podendo, portanto, ser utilizado para avaliar a significância dos fatores velocidade do conjunto trator-sembleadora e profundidade de deposição de sementes sobre a variável tempo médio de emergência.

No entanto, o teste f para a FV regressão do modelo ajustado possibilita concluir que os fatores velocidade do conjunto trator-sembleadora e profundidade de deposição de sementes não tiveram efeito significativo sobre o tempo médio de emergência.

Tabela 25 – Análise de variância do teste F para o tempo médio de emergência

Fontes de Variação	GL	SQ	QM	F
Modelo	3	2,3455	0,78183	2,02 ^{ns}
Falta de ajustamento	4	0,7414	0,1853	0,48 ^{ns}
Tratamento	7	3,0869	-	-
Resíduos	24	9,2522	0,3855	-
Total	31	12,3390	-	-

* P<0,05; ^{ns.} não significativo; F_{5%}(3; 24) = 3,01; F_{5%}(4 ; 24) =2,78

Silveira (2008) encontrou resultados diferentes e observou que houve interação significativa para o fator velocidade. A cada incremento da velocidade houve um aumento de 0,26 dia no tempo médio de emergência.

Araújo et al. (1999), ao avaliarem o tempo médio de emergência de plântulas de soja e de milho, afirmaram que há diferença em função da velocidade de deslocamento. A cultura da soja apresentou, em relação à cultura do milho, menor tempo de emergência de plântulas, ao variar a velocidade de 4,5 para 8,0 km h⁻¹.

Porém, Silveira (2004) afirmou que o tempo médio de emergência de plântulas de milho não é afetado pela velocidade de deslocamento, que variou de 5,28 a 7,08 km h⁻¹. Entretanto, Liu et al. (2004) relataram que houve aumento no número de dias requerido para as plântulas de milho atingirem 50% de emergência, quando se elevou a velocidade de deslocamento do conjunto trator-semeadora-adubadora.

Resultados semelhantes foram encontrados em trabalhos realizados com soja por Bortoluzzi e Eltz (2000) e em trabalho realizado com milho por Prado et al. (2001).

Branquinho et al. (2004) observaram que o número médio de dias para a emergência de plântulas de soja não foi afetado pela variação da velocidade de deslocamento do conjunto trator-semeadora-adubadora e apresentou um tempo médio de 9,8 dias para a emergência das plântulas. Resultados semelhantes foram encontrados por Mahl (2002).

4.9. Produtividade de matéria seca

Observa-se na tabela 26 o teste F para a FV falta de ajustamento indica que o modelo de regressão adotado se ajusta bem aos dados, podendo, portanto, ser utilizado para avaliar a significância dos fatores velocidade do conjunto trator-semeadora e profundidade de deposição de sementes sobre a produtividade de matéria seca.

No entanto, o teste f para a FV regressão do modelo ajustado possibilita concluir que os fatores velocidade do conjunto trator-semeadora e profundidade de deposição de sementes não tiveram efeito significativo sobre a produtividade de matéria seca.

Tabela 26 – Análise de variância do teste F para a produtividade de matéria seca

Fontes de Variação	GL	SQ	QM	F
Modelo	3	1541,75	513,9166	0,06 ^{ns}
Falta de ajustamento	4	8070,75	2017,6875	0,24 ^{ns}
Tratamento	7	9612,5	-	-
Resíduos	24	203819,0	8492,4583	-
Total	31	213431,0	-	-

* $P < 0,05$; ^{n.s.} não significativo; $F_{5\%}(3; 24) = 3,01$; $F_{5\%}(4; 24) = 2,78$

Vitória (2010) avaliando três tipos de plantio de solo, cultivo mínimo, plantio direto e preparo convencional para braquiaria brizantha encontrou valores semelhantes de matéria seca.

As taxas de acúmulo de matéria seca foram maiores das que as obtidas por diversos autores citados por Miller et al. (2002): Bryan e Sharpe (1965) obtiveram $2,24 \text{ kg ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ para o capim Pangola (*Digitaria decumbens* Stent); Singh e Chatterjee (1968) reportaram taxas de 7,0 e $5,4 \text{ kg ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ para os capins *Brachiaria brizantha brizantha* e *Andropogon gayanus*, respectivamente; Pedreira (1973) obteve, para o capim Colonião, taxas de 2,0; 3,6 e $8,7 \text{ kg ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$, nos meses de julho, agosto e setembro, respectivamente; enquanto Pedreira (1979), ainda para o capim Colonião, reporta taxas de 1,7; 7; 12,2; 22,3 e $39,6 \text{ kg ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$, nos meses de agosto, setembro, outubro, novembro e dezembro, respectivamente.

5. CONCLUSÕES

Os resultados da avaliação do conjunto mecanizado permitiram as seguintes conclusões:

- O aumento da velocidade de operação do conjunto mecanizado aumentou a força de tração requerida na barra de tração e na força de tração por linha de plantio, potência requerida na barra de tração e na potência requerida por linha de plantio, além de diminuir o consumo específico de combustível, e o consumo de combustível por área trabalhada.

- O aumento da profundidade de deposição de sementes também aumentou a força de tração requerida na barra de tração e na força de tração por linha de plantio, potência requerida na barra de tração e na potência requerida por linha de plantio.

- A patinagem das rodas motrizes do trator aumentou quando a velocidade do conjunto trator-semeadora, passou de 2 km h^{-1} para 8 km h^{-1} , e no aumento da profundidade de deposição de sementes, de $0,01\text{m}$ para $0,03\text{m}$.

- Apesar da influência da velocidade de operação e da profundidade de deposição da semente no índice de velocidade de emergência, esta influencia não afetou a produtividade de matéria seca.

- O melhor desempenho foi encontrado quando o conjunto trator semeadora se deslocou a 8 km h^{-1} regulada para realizar a semeadura a $0,03\text{m}$.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMERICAN SOCIETY OF AGRICULTURAL ENGINEERS. Terminology and definitions for agricultural tillage implements. In:____. **ASAE Standards 1997**: standards engineering practices data. St. Joseph, 1997. p. 254 -75.

AMERICAN SOCIETY OF AGRICULTURAL ENGINEERS. Agricultural machinery management. In:____. **ASAE standards 1996**: standards engineering practices data. St. Joseph, 1996a. p. 326 -331. (ASAE D496.2 MAR94).

AMERICAN SOCIETY OF AGRICULTURAL ENGINEERS. Agricultural Machinery Management Data. In:____. **ASAE standards 1996**: Standards Engineering Practices Data. St. Joseph, 1996b. p. 332 -9. (ASAE D-497.2).

ANDREOLI, C.; ANDRADE, R.V.; ZAMORA, S.A.; GORDON, M. **Qualidade da semente e densidade de semeadura no estabelecimento e na produtividade do milho**. Sete Lagoas, MG: Embrapa Milho e Sorgo, 2002. 15 p. (Boletim de pesquisa e desenvolvimento 1, dez. 2002, EMBRAPA -MG).

ARAÚJO, A.G.; CASÃO JUNIOR, 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.

BALASTREIRE, L.A. **Máquinas agrícolas**. São Paulo: Manole, 1990. 307p.

BRANQUINHO, K.B.; FURLANI, C.E.A.; LOPES, A.; SILVA da, R.P.; GROTTA, D.C.C.; BORSATTO, E.A. Desempenho de uma semeadora-adubadora direta, em função da velocidade de deslocamento e do tipo de manejo da biomassa da cultura de cobertura do solo. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 24, n. 2, p. 374-380, 2004.

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 direto da soja. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 27, n. 2, p. 357-362, 2005.

BORTOLUZZI, E. C.; ELTZ, F. L. F. Efeito do manejo mecânico da palhada de aveia preta sobre a cobertura, temperatura, teor de água no solo e emergência da soja em sistema plantio direto. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v.24, n.2, p. 449-457, 2000.

CORTEZ, J.W.; CARVALHO FILHO, A.; SILVA, R.P. Plantadeiras: efeito do tipo das rodas compactadoras. **Cultivar Máquinas**, Pelotas, n. 35, p. 14-16, 2004.

CORTEZ, J.W.; FURLANI, C.E.A.; SILVA, R.P.; GROTTA, D.C.C.; REIS, G.N. Consumo de energia na operação de semeadura em plantio direto. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 36., 2007, Bonito, MS. **Anais...** Bonito, MS: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 2007. CD-Rom.

CEPIK, C.T.C.; TREIN, C.R.; LEVIEN, R. Força de tração e volume de solo mobilizado por haste sulcadora em semeadura direta sobre campo nativo, em função do teor de água no solo, profundidade e velocidade de operação. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 25, n. 2, p. 447-457, 2005.

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

COSTA, M.; STIPP, O.J.; MODOLO, A.J.; SILVA, S.L.; GABRIEL FILHO, A. Força de tração requerida por uma semeadora-adubadora em diferentes profundidades de deposição de sementes de milho. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 31., 2002, Salvador. **Anais...** Salvador: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 2002. CD -Rom.

DA SILVA, S.C.; CORSI, M. Manejo do pastejo. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGENS, 20., 2003, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2003. p. 155-186.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Trigo. **Avaliação do desempenho de plantadoras diretas para culturas de verão**. Passo Fundo, RS, 1994. Não paginado.

FEDERAÇÃO BRASILEIRA DE PLANTIO DIRETO NA PALHA – FEBRAPDP. 2008. Disponível em : http://www.febrapdp.org.br/area_PD_Brasil_2007. Acesso em 15/12/2010.

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.; REIS, G.N. Exigências de uma semeadora-adubadora de precisão variando a velocidade e a condição da superfície do solo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n. 4, p. 920-923, 2005.

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. **Revista Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 19, n. 2, p. 177-186, 1999.

GARCIA, L.C.; JASPER, R.; JASPER, M.; FORNARI, A.J.; BLUM, J. Influência da velocidade de operação na semeadura do milho. **Revista Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 26, n. 2, p. 520-527, 2006. CD-Rom.

GONÇALVES, A.C.A. **Características morfológicas e padrões de desfolhação em pastos de capim-Marandu submetidos a regimes de lotação contínua.** 2002. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP.

GRISSE, R.D.; KOCHER, M.F.; VAUGHAN, D.H. Predicting tractor fuel consumption. **Journal Applied Engineering Agriculture**, ASAE, v. 20, n. 5, p. 553-561, 2004.

LIU, W.; TOLLENAAR, M.; STEWART, G.; DEEN, W. Impact of planter type, planting speed and tillage on stand uniformity and yield of corn. **Agronomy Journal**, Madison, v. 96, n. 6, p. 1668-1672, 2004.

LOPES, A.; LANÇAS, K.P.; SILVA, R.P.; FURLANI, C.E.A.; NAGAOKA, A.K.; REIS, G.N. Desempenho de um trator em função do tipo de pneu, da lastragem e da velocidade de trabalho. **Ciência Rural**, v. 35, n. 2, p. 366-370, 2005

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

NASCIMENTO JÚNIOR, D.; DA SILVA, S.C.; ADESE, B. Perspectivas futuras do uso de gramíneas em pastejo. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41.; SIMPÓSIO FORRAGEIRAS E PRODUÇÃO EM PASTAGENS, 2004, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande, MS: EMBRAPA CNPQC, 2004. p. 130 -141.

MAHL, D.; GAMERO, C. A.; BENEZ, S. H.; SILVA, A. R. B.; GERMINO, R. Demanda energética de semeadora-adubadora em função da velocidade de semeadura e condições de solo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 31., 2002, Salvador. **Anais...** Salvador: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 2002. CD -Rom.

MELLO, L.M.M.; PINTO, E.R.; YANO, E.H. Distribuição de sementes e produtividade de grãos da cultura do milho em função da velocidade de semeadura e tipos de dosadores. **Revista Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 23, n. 3, p. 563-567, 2003.

MAHL, D. **Desempenho de semeadoras-adubadoras de milho (*Zea mays* L.) em sistema de plantio direto.** Botucatu, SP: UNESP, 2002. 160 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Energia na Agricultura) – Universidade Estadual Paulista, Botucatu.

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. **Revista Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 24, n. 1, p. 150-157, 2004.

MIALHE, L.G. Ensaio & Certificação de Tratores. In: MIALHE, L.G. **Máquinas agrícolas: ensaio e certificação**. Piracicaba, SP: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, 1996. Cap. 8, p. 385 -462.

MILLER, D.K. et al. Weed control and cotton tolerance with CGA 362622. In: SOUTHERN WEED SCIENCE SOCIETY, 55., 2002, Atlanta. **Proceedings...** Atlanta: Hyatt Regency, 2002. p. 30.

MODOLO, A.J.; GABRIEL FILHO, A.; SILVA, S.L.; GNOATTO, E. Força de tração necessária em função do número de linhas de Semeadura utilizadas por uma semeadora-adubadora de precisão. **Revista Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 25, n. 2, p. 465-473, 2005. CD-Rom.

MODOLO, A.J.; SILVA, S.L.; GABRIEL FILHO, A.; SILVEIRA, J.C.M.; GNOATTO, E. Demanda energética solicitada por uma semeadora-adubadora de precisão com diferentes unidades de semeadura. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 27, n. 3, p. 473-479, 2005.

MONTGOMERY, D. C. e PECK E. A. **Introduction to linear regression analysis**. USA, John Wiley e Sons, Inc., 1992. 527p.

OLIVEIRA, A.C.; VIEIRA, L.B.; MONTAVANI, E.C.; SOUZA, C.M.; DIAS, G.P. Desempenho de uma semeadora-adubadora para plantio direto, em dois solos com diferentes tipos de cobertura vegetal. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 7, p. 1455-63, 2000.

PESSÔA, A.S.M. **Situação do plantio direto e da integração lavoura - Pecuária no Brasil**. Florianópolis: Fundação Agrisus, 2006. 25 p.

PINHEIRO NETO, R.; BORTOLOTTI, V.C.; BORTOLOTTI, M.C. Demanda energética de uma semeadora-adubadora pneumática submetida a três velocidades e diferentes coberturas do solo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 33., 2004, São Pedro, SP. **Anais...** São Pedro: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 2004. CD -Rom.

PRADO, R. M.; TORRES, J. L.; ROQUE, C. G.; COAN, O. Semente de milho sob compressão do solo e profundidade de semente: influência no índice de velocidade de emergência. *Scientia Agrícola*, Piracicaba - SP, v. 2, n.1/2, p. 45-49, 2001.

REIS, G.N. dos.; BIZZI, A.C.; FURLANI, C.E.A.; SILVA, R.P. da.; LOPES, A.; GROTTA, C.C. Avaliação do desenvolvimento da cultura da soja (*Glycine max* (L.) Merrill) sob diferentes sistemas de preparo. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 1, p. 228-235, 2007.

REIS, E.F.; VIEIRA, L.B.; SOUZA, C.M.; SCHAEFER, C.E.G.R.; FERNANDES, H.C. Avaliação do desempenho de duas semeadoras -

adubadoras de plantio direto em diferentes teores de água em solo argiloso. **Engenharia na Agricultura**, Viçosa, v. 10, n. 1-4, p. 61-68, 2002.

RINALDI, P.C.N. **Influência da profundidade de adubação e da velocidade de uma semeadora de plantio direto na cultura do feijão**. 2008. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola – Mecanização Agrícola) –Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

SAS INSTITUTE. **SAS user's guide**: statistics, version 9.1. Cary, 2002.

SILVA, P.R.A. **Mecanismos de semeadora-adubadora na cultura do milho (*Zea mays* L.) no sistema de plantio direto**. Botucatu, SP: UNESP, 2003. 95 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Universidade Estadual Paulista, Botucatu.

SILVEIRA, J.C.M.; MODOLO, A.J.; SILVA, S.L.; GABRIEL FILHO, A. Força de tração e potência em duas velocidades de deslocamento e duas profundidades de deposição de sementes. **Revista Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 9, n. 1, p. 125-128, 2005.

SILVEIRA, J.C.M. **Velocidade de deslocamento, profundidade de semeadura, demanda de potência e desenvolvimento inicial da cultura do milho (*Zea mays* L.)**. Cascavel, PR: UNIOESTE, 2004. 89 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel.

SILVEIRA, J.C.M. **Desempenho operacional de um conjunto trator semeadora em função da velocidade e rotação no eixo do motor**. 2008. Dissertação (Doutorado em Engenharia Agrícola – Mecanização Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

SIQUEIRA, R.; CASÃO JUNIOR, R. **Dinâmica de semeadoras-adubadoras diretas em Entre Rios do Oeste-PR**: resultados de avaliação. Londrina, PR: IAPAR, 2002. 42 p.

STONE, L.F.; MOREIRA, J.A.A. Resposta do feijoeiro ao nitrogênio em cobertura, sob diferentes lâminas de irrigação e preparos do solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n. 3, p. 473-481, 2001.

VITÓRIA, E. L. **Influência de manejos de solo na variabilidade espacial da produtividade de plantas forrageiras**. 2010. Dissertação (Doutorado em Engenharia Agrícola – Mecanização Agrícola) –Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.