WAGNER SANTOS GONÇALVES

INFLUÊNCIA DA VELOCIDADE OPERACIONAL E DA CARGA APLICADA PELAS RODAS COMPACTADORAS SOBRE O ESTABELECIMENTO INICIAL DA CULTURA DO MILHO EM SISTEMA DE PLANTIO DIRETO

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

2007

Livros Grátis

http://www.livrosgratis.com.br

Milhares de livros grátis para download.

Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e Classificação da Biblioteca Central da UFV

T
G635i
2007

Gonçalves, Wagner Santos, 1981-
Influência da velocidade operacional e da carga aplicada pelas rodas compactadoras sobre o estabelecimento inicial da cultura do milho em sistema de plantio direto / Wagner Santos Gonçalves. – Viçosa, MG , 2007.
xv, 58f. : il. (algumas col.) ; 29cm.

Orientador: Haroldo Carlos Fernandes.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.

WAGNER SANTOS GONÇALVES

INFLUÊNCIA DA VELOCIDADE OPERACIONAL E DA CARGA APLICADA PELAS RODAS COMPACTADORAS SOBRE O ESTABELECIMENTO INICIAL DA CULTURA DO MILHO EM SISTEMA DE PLANTIO DIRETO

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: 20 de março de 2007.

Aos meus pais, Clementino e Nilda.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Agradeço sobretudo a DEUS por me dar saúde, coragem e perseverança.

Aos meus exemplares pais, Clementino Gonçalves Ferreira e Nilda Barbosa Santos Gonçalves, que não só agora, mas sempre me incentivaram nos estudos e me protegem nessa caminhada.

Aos meus irmãos, Luciana e Eduardo que me apoiaram.

À Giselle pela presença, paciência e carinho, sempre me ajudando e imprescindível nesses últimos passos.

À Universidade Federal de Viçosa, especialmente ao Departamento de Engenharia Agrícola, pela oportunidade oferecida para a realização do mestrado.

Ao Professor Haroldo Carlos Fernandes, pelo apoio e orientação com grande contribuição para minha formação profissional e pessoal.

Aos Professores Francisco de Assis de Carvalho Pinto e Eduardo Fontes Araújo pelo grande apoio técnico dado para a realização do trabalho.

À CAPES, pela concessão da bolsa de estudo.

Ao Professor Ernanie Ronie Martins pela da amizade e orientação durante a graduação mostrando a importância da pesquisa.

Aos amigos, colegas de pós-graduação, que me ajudaram a realizar este trabalho: João Cleber, Ronaldo, Paula, Renato e Gerson.

Aos amigos de pós-graduação em Mecanização Agrícola que sempre estiveram dispostos a contribuir e me acompanharam no mestrado: Fabiane,

Gilton, Alisson, Walter, Alcir, Sebastião, Diogo, Gislaine, Mario, Selma, Murilo, Renato, Leonardo, Elder, Enrique, William, Danilo e Geice.

Aos funcionários Danilo, Geraldo, Marcelo e Vantuil que foram muito prestativos e ajudaram na montagem do experimento, adaptações etc.

Aos funcionários da secretária de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola e aos professores.

BIOGRAFIA

WAGNER SANTOS GONÇALVES, filho de Clementino Gonçalves Ferreira e Nilda Barbosa Santos Gonçalves, nasceu em 14 de outubro de 1981, em Montes Claros, MG.

Em dezembro de 1999, concluiu o ensino médio no Colégio Biotécnico, em Montes Claros, MG.

Em 2000, iniciou o curso de graduação em Engenharia Agronômica pela Universidade Federal de Minas Gerais, onde desenvolveu diversas atividades no Programa de Aprimoramento Discente, Programa de Bolsas de Iniciação Científica-PROBIC e no Programa Educação tutorial, colando grau em janeiro de 2005.

Ingressou-se no curso de Pós Graduação em Engenharia Agrícola na Universidade Federal de Viçosa, área de concentração em Mecanização Agrícola, em fevereiro de 2005, obtendo o título de *Magister Scientiae* em março de 2007.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS viii

LISTA DE QUADROS ix

LISTA DE TABELAS..... x

RESUMO xiii

ABSTRACT xv

1 INTRODUÇÃO 1

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA 3

2.1 A Cultura do milho 3

2.2 Sistema de plantio direto 4

2.3 Semeadoras para plantio direto..... 6

2.4 Condicionamento físico do solo próximo à semente 7

2.5 Velocidade de deslocamento do conjunto trator-semeadora-adubadora 10

2.6 Emergência de plântulas 12

3 MATERIAL E MÉTODOS..... 14

3.1 Área experimental 14

3.2 Tratamentos e delineamento experimental..... 16

3.2.1 Resistência do solo à penetração 16

3.3 Caracterização do trator e da semeadora utilizadas 17

3.4 Níveis de cargas aplicados ao solo pela roda compactadora..... 19

3.5 Sementes e insumos. 22

3.6 Caracterizações física e química do solo 23

3.6.1 Análise química solo 24

3.6.2 Análise granulométrica..... 24

3.6.3 Teor de água no solo 24
3.7 Caracterização da palhada do solo 25
3.7.1 Densidade de partículas 25
3.7.2 Densidade do solo 26
3.7.3 Macroporosidade 26
3.7.4 Microporosidade 27
3.7.5 Porosidade total 28
3.8 Plantio e controle de plantas daninhas 28
3.9 Avaliações pós-plantio 28
3.9.1 Profundidade de semeadura 28
3.9.2 Emergência de plântulas 29
3.9.3 Altura das plântulas 29
3.9.4 Massa da parte aérea das plântulas 29
3.9.5 Uniformidade de distribuição longitudinal de plântulas 30
3.10 Análise estatística dos dados 31

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO 32
4.1 Caracterização química do solo antes do plantio 32
4.2 Caracterização física do solo antes do plantio 33
4.3 Profundidade de semeadura 35
4.4 Porcentagem de emergência das plântulas 36
4.5 Índice de velocidade de emergência 38
4.6 Altura de plântulas 40
4.7 Massa da parte aérea 42
4.8 Uniformidade de distribuição longitudinal de plântulas 44

5 CONCLUSÕES 49

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 50

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1. Vista geral da área experimental antes da implantação do experimento 15

FIGURA 2. Disposição das parcelas experimentais e blocos. 15

FIGURA 3. Penetrômetro utilizado para determinar a resistência do solo à penetração. 16

FIGURA 4. Semeadora-adubadora utilizada no experimento 18

FIGURA 5. Célula de carga 20

FIGURA 6. Unidade de semeadura com estrutura adaptada para instalação da célula de carga..... 21

FIGURA 7. Visor conectado à célula de carga para a obtenção das cargas aplicadas pelas rodas compactadoras 21

FIGURA 8. Molas utilizadas para modificação da carga nas rodas compactadoras da semeadora-adubadora 22

FIGURA 9. Resistência mecânica do solo à penetração (MPa) para os blocos experimentais. 35

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1. Características do penetrômetro. 17

QUADRO 2. Características da semeadora-adubadora Seed-Max PC 2123. 18

QUADRO 3. Características agronômicas da cultivar AG2060..... 23

QUADRO 4. Limites de tolerância para as variações dos espaçamentos (Xi) entre sementes e o tipo de espaçamento considerado..... 30

LISTA DE TABELAS

TABELA 1. Características químicas do solo da área experimental. 33

TABELA 2. Análise granulométrica do solo da área experimental. 33

TABELA 3. Umidade (% base úmida) e massa de palhada (kg ha-1) média por blocos, obtidas nas amostras coletadas no momento da realização da semeadura 34

TABELA 4. Análise de variância para a profundidade de semeadura de milho de acordo com as velocidades de deslocamento da semeadora-adubadora e cargas aplicadas pelas rodas compactadoras 36

TABELA 5. Valores médios da profundidade de semeadura (m) de milho, de acordo com as velocidades de deslocamento da semeadora-adubadora e cargas aplicadas pelas rodas compactadoras 36

TABELA 6. Análise de variância para plântulas emergidas de milho de acordo com as velocidades de deslocamento da semeadora-adubadora e cargas aplicadas pelas rodas compactadoras 37

TABELA 7. Valores médios obtidos para porcentagem de plântulas emergidas de milho de acordo com as velocidades de deslocamento da semeadora-adubadora e cargas aplicadas pelas rodas compactadoras 37

TABELA 8. Análise de variância para o índice de velocidade de emergência de milho de acordo com as velocidades de deslocamento da semeadora adubadora e cargas aplicadas pelas rodas compactadoras. 39

TABELA 9. Valores médios do índice de velocidade de emergência de milho de acordo com as velocidades de deslocamento da semeadora-adubadora e cargas aplicadas pelas rodas compactadoras 39

TABELA 10. Análise de variância para altura de plântulas de milho de acordo com as velocidades de deslocamento da semeadora-adubadora e cargas aplicadas pelas rodas compactadoras 41
TABELA 11. Valores médios da altura de plântulas de milho (m) de acordo com as velocidades de deslocamento da semeadora-adubadora e cargas aplicadas pelas rodas compactadoras 41
TABELA 12. Análise de variância para massa da matéria verde da parte aérea de 20 plântulas de milho aos 10 dias após semeadura de acordo com as velocidades de deslocamento da semeadora-adubadora e cargas aplicadas pelas rodas compactadoras 43
TABELA 13. Valores médios da massa da matéria verde da parte aérea de 20 plântulas de milho (g) aos 10 dias após semeadura de acordo com as velocidades de deslocamento da semeadora-adubadora e cargas aplicadas pelas rodas compactadoras 43
TABELA 14. Análise de variância para a massa da matéria seca da parte aérea de 20 plântulas de milho aos 10 dias após semeadura de acordo com as velocidades de deslocamento da semeadora-adubadora e cargas aplicadas pelas rodas compactadoras 44
TABELA 15. Valores médios da massa da matéria seca da parte aérea de 20 plântulas de milho (g) aos 10 dias após semeadura de acordo com as velocidades de deslocamento da semeadora-adubadora e cargas aplicadas pelas rodas compactadoras 44
TABELA 16. Análise de variância para espaçamentos aceitáveis entre plântulas de milho de acordo com as velocidades de deslocamento da semeadora-adubadora e cargas aplicadas pelas rodas compactadoras 45

TABELA 17. Valores médios de espaçamentos aceitáveis entre plântulas de milho (%) de acordo com as velocidades de deslocamento da semeadora-adubadora e cargas aplicadas pelas rodas compactadoras 45
TABELA 18. Análise de variância dos valores de espaçamentos falhos entre plântulas de milho de acordo com as velocidades de deslocamento da semeadora-adubadora e cargas aplicadas pelas rodas compactadoras 46
TABELA 19. Valores médios de espaçamentos falhos entre plântulas de milho (%) de acordo com as velocidades de deslocamento da semeadora-adubadora e as cargas aplicadas pelas rodas compactadoras 46
TABELA 20. Análise de variância para espaçamentos múltiplos entre plântulas de milho de acordo com as velocidades de deslocamento da semeadora-adubadora e cargas aplicadas pelas rodas compactadoras 47
TABELA 21. Valores médios de espaçamentos múltiplos entre plântulas de milho (%) de acordo com as velocidades de deslocamento da semeadora-adubadora e cargas aplicadas pelas rodas compactadoras. 47

RESUMO

GONÇALVES, Wagner Santos, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, março de 2007. **Influência da velocidade operacional e da carga aplicada pelas rodas compactadoras sobre o estabelecimento inicial da cultura do milho em sistema de plantio direto.** Orientador: Haroldo Carlos Fernandes. Co-orientadores: Francisco de Assis de Carvalho Pinto e Eduardo Fontes Araújo.

O Brasil é um dos maiores produtores de milho do mundo, o que faz da cultura importante alvo para a pesquisa. Para obter o sucesso na implantação da cultura, deve-se promover um bom contato solo-semente, bem como cuidar para que ocorra uma boa distribuição de plântulas. O plantio direto minimiza os efeitos indesejáveis do preparo do solo e pode ser adotado como medida para favorecer a sustentabilidade dos sistemas produtivos. Este trabalho teve como objetivo avaliar os efeitos da combinação entre as velocidades de deslocamento e cargas aplicadas pela roda compactadora de uma semeadora-adubadora sobre a emergência das plântulas e o desenvolvimento inicial da cultura do milho em sistema de plantio direto. Os ensaios foram conduzidos na Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, em dezembro de 2006. Utilizaram-se 12 tratamentos no delineamento de blocos inteiramente casualizados no esquema fatorial 3x4 com quatro repetições. Combinaram-se três velocidades de deslocamento da semeadora (V1= 1,11, V2= 1,67 e V3= 2,22 m s^{-1}), com quatro cargas aplicadas pelas rodas compactadoras (C1= 119,26, C2= 131,11, C3= 257 e C4= 339 N). As diferentes cargas aplicadas foram ajustadas pela compressão de duas molas presentes em cada unidade de plantio da semeadora. As máquinas utilizadas foram um trator Massey Ferguson, modelo 265 4x2 TDA (Tração Dianteira Auxiliar) e uma semeadora-adubadora para plantio direto, Seed-Max, modelo PC 2123, em um solo Argissolo vermelho amarelo câmbico. Foi adaptada uma célula de carga entre a estrutura das rodas compactadoras e da semeadora para que fossem medidas as cargas aplicadas. Avaliaram-se a profundidade de semeadura, a porcentagem e o índice de velocidade de emergência das

plântulas, a altura das plântulas, as massas das matérias verde e seca das plântulas e a uniformidade de distribuição longitudinal de sementes, pela classificação de espaçamentos falhos (quando maior que 1,5 do desejado), duplos (quando menor que 0,5 do desejado), e aceitáveis (entre 1,5 e 0,5 do desejado). Verificou-se que houve efeito das diferentes cargas aplicadas para o fator profundidade de deposição das sementes. A carga C4 ocasionou uma menor profundidade de deposição das sementes que a carga C2. Esse fato mostra o maior achatamento da camada do solo sobre a semente com a carga C4, devido à pressão feita pelas rodas compactadoras. Não houve interação entre os fatores e não foram encontradas diferenças significativas para velocidades avaliadas. Para as demais características avaliadas, não foi observado efeito dos fatores, velocidades de deslocamento e cargas aplicadas pelas rodas compactadoras, bem como interação entre eles. A emergência média de plântulas foi de 56% e ocorreu entre seis e 12 dias após semeadura. A altura média das plântulas foi de 0,16 m, as médias produzidas de massa das matérias verde e seca foram, respectivamente, de 67 e 7 g. Conclui-se que nas condições em que o trabalho foi conduzido, as cargas aplicadas pelas rodas compactadoras e as velocidades de deslocamento utilizadas para a semeadura não influenciaram a emergência e o estabelecimento inicial da cultura do milho.

ABSTRACT

GONÇALVES, Wagner Santos, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, March, 2007. **Influence of either operational speed and the pressure applied on compress wheels in the initial establishment of the maize crop under no-till system.** Adviser: Haroldo Carlos Fernandes. Co-advisers: Francisco de Assis de Carvalho Pinto and Eduardo Fontes Araújo.

Since Brazil is one of the main maize producers throughout the world, this crop becomes an important target for research. To obtain the successful implantation of the crop, a good soil-seed contact should be promoted, besides to be careful about the good distribution of the plantlets. The no-till planting minimizes the undesirable effects from the preparation of the soil and can be adopted as a measure to favoring the sustainability of the productive systems. This study was carried out to evaluate the effects from the combination between displacement speeds and the loads applied by the compress wheel of the seeder-fertilizer machine upon the emergency of the plantlets and initial development of the maize crop in the no-till system. The assays were conducted on December 2006, in the Universidade Federal de Viçosa, Viçosa county – MG. Twelve treatments were used under an entirely randomized experimental design, under the factorial scheme 3x4 with four replicates. Three displacement speeds of the seeder machine (V1 = 1.11, V2 = 1.67 and V3 = 2.22 m s^{-1}) were used with four loads applied by the compacting wheels (C1 = 119.26, C2 = 131.11, C3 = 257 and C4 = 339 N). The different pressures were adjusted according to the compression pressure of two springs in each planting unit of the seeder machine. In a cambic yellow-red Argisol, the following were used: tractor Massey Ferguson, model 265 4x2 TDA (auxiliary-front drive) and a seeder-fertilizer for no-till planting, Seed-Max, model PC 2123. A pressure cell was adapted between the structures of the compression wheels and the seeder in order to measure the applied loads. The sowing depth, the percentage and emergence speed index of the plantlets, the plantlet heights, the masses of the green and dry matters in plantlets and the uniformity of longitudinal seed distribution were evaluated, by using the lacking spacing classification (when higher than 1.5 the wanted one), double (when lower than 0.5 the wanted one) and

acceptable (between 1.5 and 0.5 the wanted one). Effects of the different loads were observed for depth of the seed depositions. The C4 load caused a lower deposition depth of the seeds than C2 load. This fact shows the highest flattening of the soil layer on the seed with C4 load, because the pressure by the compress wheels. No interaction occurred between factors, as well as no significant differences were found for the evaluated speeds. For the other characteristics under evaluation, no effect of the displacement speeds and the loads applied by the compress wheels were found and no interaction among them. The average emergency of the plantlets was 56% and occurred between six and 12 days after sowing. The average height of the plantlets was 0.16m, and the average mass of the green and dry matters were 67 and 7g, respectively. Under the conditions this study was carried out, the loads applied by the compress wheels and the displacement speeds used for seeding had no influence upon emergency and initial establishment of the maize crop.

1 INTRODUÇÃO

O milho é um cereal com alto conteúdo de carboidratos, além de conter outros componentes como proteínas, óleo e vitaminas que o transformam em produto atrativo para a comercialização. A energia, fator nutricional de fundamental importância, faz com que o milho seja largamente empregado na alimentação animal, pois dispõe de alto conteúdo de amido, numa forma facilmente digerível e de baixo custo, superando outros cereais (TOSELLO, 1987).

A cultura do milho, assim como as demais, vem passando por modificações tecnológicas em busca da conciliação do manejo conservacionista do solo e redução dos custos de produção. Dessa forma, o sistema de plantio direto passou a ser utilizado com grande intensidade no Brasil.

A técnica de semeadura direta tem sido recomendada como alternativa para minimizar os efeitos indesejáveis do preparo do solo, realizado de forma repetitiva e inadequada. Entretanto, não se pode esperar que o efeito do cultivo intenso por diversos anos seja resolvido de imediato com a adoção de tal prática, uma vez que fatores como adequação à cultura, ao solo e às condições climáticas regionais devem ser levados em consideração. Dessa forma, há uma demanda por estudos que permitam o domínio da técnica de plantio direto em variados aspectos como, por exemplo, o conhecimento e desenvolvimento das máquinas envolvidas.

O adequado estabelecimento de plântulas de uma cultura depende do ambiente do solo que, inicialmente, deve ser adequado à germinação da semente, à emergência da plântula e, finalmente, ao desenvolvimento da planta. Isso ocorre quando o solo proporciona um ambiente no qual a água e o oxigênio estarão disponíveis satisfatoriamente para as sementes. O milho, assim como outras culturas anuais, passa por operações de semeadura e adubação que requerem grande cuidado, pois eventuais problemas somente serão detectados após a emergência das plântulas e seu desenvolvimento, quando a correção, além de difícil e onerosa, compromete a produtividade.

Um importante componente das semeadoras são as rodas compactadoras e recobridoras de sementes, que melhoram o contato solo-

semente por meio de uma pressão lateral e sobre a linha de semeadura. A leve compressão deixa o solo diretamente sobre as sementes solto o suficiente para minimizar a formação de crostas, facilitando a emergência das plântulas. Dentro do contexto apresentado, faz-se necessário, portanto, o estudo dos efeitos causados pela compactação do solo sobre o condicionamento do ambiente ao redor das sementes, visando proporcionar uma rápida emergência das plântulas e assegurar uma população adequada de plantas.

Pode-se destacar como outro fator importante na implantação mecanizada de uma cultura, a velocidade de deslocamento da semeadora, pois influencia a precisão da distribuição de sementes no solo. O uso de velocidade maior que o adequado pode gerar falhas e desuniformidade na distribuição das sementes e, conseqüentemente, haverá baixo estande de plantas e/ou plantas muito próximas uma das outras, resultando em maior competição e prejudicando a produção. Por outro lado, quanto menor a velocidade, menor será a capacidade operacional das máquinas, aumentando os custos e inviabilizando o agronegócio.

Neste trabalho, o objetivo geral foi avaliar os efeitos da combinação entre velocidades de deslocamento da semeadora-adubadora e cargas aplicadas pelas rodas compactadoras da semeadora-adubadora sobre o estabelecimento inicial da cultura do milho em sistema de plantio direto. Os objetivos específicos foram os seguintes:

- avaliar a profundidade de semeadura;
- avaliar a porcentagem, e o índice de velocidade de emergência de plântulas;
- avaliar a altura e a massa da parte aérea das plântutas;
- avaliar a distribuição longitudinal das plântulas;
- definir a velocidade da semeadora-adubadora e a carga aplicada pelas rodas compactadoras sobre o solo mais apropriadas para serem utilizadas em plantio direto do milho, nas condições do experimento.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 A Cultura do milho

O milho (*Zea mays* L.) pertence à família das Poáceas. O processo de seleção natural e domesticação pelo homem produziram uma planta anual, robusta e ereta. Seu sistema radicular consiste em raízes primárias laterais e das raízes adventícias, as folhas são dispostas alternadamente, presas a bainhas superpostas que envolvem o colmo, o limbo varia de longo e estreito a curto e largo. O milho é uma planta monóica, sendo a inflorescência masculina constituída pelo pendão e a feminina pela espiga (GOODMAN e SMITH, 1987).

Segundo Tosello (1987), o milho é o cereal que possui o maior número de produtos industrializados, além de apresentar alto conteúdo em carboidratos, principalmente amido, assim como outros componentes como proteínas, óleo e vitaminas, transformando-o em produto com atrativo para a comercialização. O grão inteiro de milho normal possui 71,5% de amido, 10,3% de proteína, 4,8% de lipídeos e 2% de açúcares. Segundo o mesmo autor, a energia, fator nutricional de fundamental importância, faz com que o milho seja largamente empregado na alimentação animal, pois dispõe de alto conteúdo de amido, numa forma facilmente digerível e baixo custo, superando outros cereais.

Nos países subdesenvolvidos, onde o consumo de proteína animal é considerado luxo, os cereais suplementam 70% das necessidades humanas em proteínas, sendo geralmente originadas do milho. Os países desenvolvidos também consomem a proteína do milho, mas indiretamente, na forma de proteína animal (TOSELLO, 1987).

De acordo com Souza e Braga (2004), o Brasil ocupava a terceira posição entre os maiores produtores de milho. Sua produção equivalia a 6% da produção mundial. Na primeira posição, os Estados Unidos contribuíram com quase 40% da produção mundial, seguido da China, com 20%. No Brasil, 80% da produção se concentrava nos estados do Paraná, Rio Grande do Sul, São Paulo e Minas Gerais. Dados da produção agrícola, divulgados

pelo IBGE (2006), o Brasil produziu em 2006 mais de 42 milhões de toneladas de milho.

2.2 Sistema de plantio direto

Segundo Primavesi (1980), a exposição do solo sem cobertura vegetal ao sol e à chuva, nos países de clima temperado, cumpre um papel importante no degelo e seu reaquecimento no início da primavera. Esse processo é necessário para aceleração da reativação de sua microvida. O mesmo processo nas regiões tropicais, permanentemente quentes, não é necessário e sim prejudicial, pois o sol e as chuvas torrenciais, características da região, são menos prejudicais quando não há exposição do solo sem cobertura.

O preparo do solo do modo convencional resulta na mobilização na camada de 0 a 20 cm de profundidade, ou camada arável. Conseqüentemente, há uma destruição dos agregados do solo, redução da taxa de infiltração de água e formação de camadas compactadas. O revolvimento do solo pode ocasionar erosão laminar e condições desfavoráveis para a penetração e desenvolvimento radicular. A degradação do solo reduz a quantidade de áreas agricultáveis e aumenta os custos, podendo inviabilizar os sistemas de produção. Portanto, torna-se necessário o desenvolvimento de novos modelos que possibilitem maior eficiência energética e conservação ambiental, resultando em sustentabilidade.

Pode-se definir o plantio direto como o processo de semeadura em solo não revolvido, em que a semente é colocada em sulcos ou covas, com largura e profundidade suficientes para a adequada abertura e o contato da semente com o solo. Trata-se de um processo de semeadura com revolvimento do solo somente ao longo da linha de plantio ou na cova. Esse conceito envolve a combinação de práticas culturais e biológicas para manter a cobertura vegetal sobre o solo, com o revolvimento deste somente nos sulcos de semeadura, o que traria benefícios ao controle da erosão e de plantas invasoras, com menos variação térmica e hídrica do solo (MUZILLI, 1991; RIBEIRO, 1998).

Biologicamente, o plantio direto é o sistema que mais se aproxima do sistema natural (não modificado pelo homem), pois não há revolvimento do solo e visa a manutenção de cobertura viva e/ou morta permanentemente no solo. O plantio direto desenvolve, ao longo do tempo, um solo estratificado em que a fertilidade leva ao acúmulo de matéria orgânica e de nutrientes na sua superfície, formando um gradiente de distribuição com diminuição drástica da concentração da matéria orgânica e de nutrientes com aumento da profundidade do solo (PEIXOTO, 1997).

Santos *et al.* (2003) avaliaram os efeitos dos sistemas de manejo de solo e de rotação de culturas sobre o rendimento de grãos. Foram comparados quatro sistemas de manejo de solo: plantio direto, preparo convencional de solo com arado de discos seguido de grade de discos, preparo convencional de solo com arado de aivecas seguido de grade de discos e cultivo mínimo com escarificador de hastes. Também foram aplicados dois sistemas de rotação de culturas: trigo/soja e ervilhaca/milho e trigo/soja, ervilhaca/milho e aveia branca/soja. Os autores concluiram que o sistema de plantio direto proporcionou maior rendimento de grãos de milho do que o cultivo mínimo e os preparos convencionais de solo com arado de discos e com arado de aivecas.

De acordo com a Federação Brasileira de Plantio Direto na Palha (FEBRAPDP, 2005), estima-se que, no Brasil, aproximadamente 22 milhões de hectares são cultivados sob sistema de semeadura direta, com significativa expansão, principalmente no cerrado (São Paulo, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso e Goiás) com o cultivo de milho e algodão.

Observa-se que o plantio direto é viável tanto técnica quanto economicamente para o pequeno agricultor. A tecnologia possui limitações e não pode ser proposta como solução para todos os problemas da pequena propriedade; no entanto, é importante resposta para a sustentabilidade (SILVA, 1996). O autor, ao comparar o plantio direto com o plantio convencional, relatou que no plantio direto não há preparo do solo e controle de plantas invasoras é feito com herbicida; isso resulta em uma economia de 107,5 horas homem ha^{-1}, possibilitando uma melhor distribuição da mão-de-obra durante o ano, que pode ser utilizada pelo agricultor em outras atividades na propriedade.

2.3 Semeadoras para plantio direto

As semeadoras são classificadas pela ABNT (1994), pela forma de distribuição de sementes, em semeadoras de precisão e semeadoras de fluxo contínuo. Coelho (1996) afirma que as semeadoras de precisão são máquinas agrícolas destinadas a executar a tarefa de dosagem e deposição individualizada de sementes. Em linhas de semeadura sob a superfície do solo, de acordo com a densidade pré-estabelecida em função das características agronômicas da cultura. Para Balastreire (1990), as máquinas semeadoras de fluxo contínuo dosam e distribuem as sementes na linha de semeadura de forma contínua, não havendo uma precisão na colocação das mesmas e existe uma variação no número e posição das sementes na linha.

As semeadoras de plantio direto, segundo Portella *et al.* (1993), precisam apresentar algumas particularidades em seus mecanismos para que facilitem o corte e o direcionamento da palhada, evitando problemas de embuchamento.

No sistema de semeadura direta, as semeadoras-adubadoras de precisão e/ou as de fluxo contínuo existentes são compostas de partes semelhantes às semeadoras-adubadoras convencionais; no entanto, possuem algumas modificações que permitem trabalhar em solos não preparados e com cobertura vegetal. De acordo com esses autores, observa-se a introdução de um sistema de corte, colocado à frente da máquina, que realiza o corte da cobertura vegetal nas linhas de plantio, abrindo caminho para o sulcador, ou funcionando como o próprio. Outro mecanismo diferente destas semeadoras-adubadoras é o sistema de articulação das rodas, que permite o acompanhamento das irregularidades do terreno, de modo a não alterar a posição de distribuição da semente e do fertilizante. Destaca-se que os reservatórios são maiores e também podem realizar semeadura convencional ou cultivo mínimo. Alguns modelos possuem compartimento para colocação de contrapesos, usados para melhorar o desempenho da máquina em terrenos com dificuldade de penetração (GADANHA JÚNIOR *et al*., 1991).

Casão Jr. *et al*. (2000) avaliaram uma semeadora-adubadora para plantio direto (Magnum 2850 PD) em solo argiloso (62 e 75% de argila). Verificaram que, utilizando-se discos duplos desencontrados, para a abertura do sulco de fertilizantes, não foi possível manter profundidade convenientemente no solo, ao contrário do observado com a haste sulcadora, mantendo profundidade de 0,1 m. Foram identificados problemas de corte nas palhadas de trigo onde houve concentração devido ao embuchamento na operação anterior de colheita na área experimental. A aderência de solo nos componentes ocorreu com freqüência, com o solo próximo a sua consistência plástica ou quando havia orvalho no período da manhã, exigindo-se aguardar sua secagem para poder iniciar a semeadura.

Araújo *et al*. (1999) avaliaram quatro semeadoras em solo argiloso para as culturas de soja e milho. Concluíram que as máquinas apresentaram resultados diferentes quanto à mobilização do solo e ao ambiente para a germinação das sementes e emergência das plântulas. Os autores concluíram ainda que os efeitos do tipo e velocidade da semeadora e da interação entre eles foram influenciados pelo teor de água, densidade do solo e resistência à penetração do solo.

2.4 Condicionamento físico do solo próximo à semente

As semeadoras possuem rodas compactadoras e cobridoras de sementes para melhorar o contato solo-semente. Elas atuam pressionando o solo ao lado da linha de semeadura. Assim, a leve compactação deixa o solo, diretamente sobre as sementes, suficientemente solto, minimizando a formação de crostas e facilitando a emergência das plântulas (BALASTREIRE, 1990; SILVA *et al*., 1991).

De acordo com Brown *et al*. (1996) e Silva (2002), o condicionamento físico do solo em torno das sementes é fundamental para o bom desenvolvimento inicial das culturas anuais, pois permite o estabelecimento de uma população adequada de plantas.

Estudos têm sido realizados com objetivo de avaliar a relação máquina-solo-planta em ensaios de semeadura utilizando rodas compactadoras. Furlani *et al*. (2001) combinaram, na cultura do milho, três

profundidades de semeadura com quatro níveis de compactação do solo sobre as sementes. Não houve influência destes fatores sobre o número médio de dias para emergência das plântulas, mesmo tendo aumentado a resistência mecânica do solo à penetração com a utilização de maiores pressões sobre a roda compactadora.

Stout *et al*. (1961) concluíram que pressões aplicadas lateralmente e não acima da semente melhoram a emergência das plântulas. Stefanutti (1979), testando um modelo de roda compactadora, alterou apenas as pressões de compactação, constatando alteração de valores da densidade e temperatura do solo em relação à profundidade e comprovaram que a regulagem de pressão da roda compactadora sobre o solo, provoca uma modificação do comportamento físico proporcionado à semente e plântulas.

Hummel *et al*. (1981) avaliaram a produção e a emergência de plântulas de soja para seis tipos de rodas compactadoras de semeadoras de precisão e de fluxo contínuo com diferentes profundidades de sementes. Para sementes em menor profundidade (0,032 m) e rodas compactadoras de 0,076 e 0,051m de largura, utilizadas em semeadoras de fluxo contínuo, a emergência de plântulas foi mais rápida. Concluíram também que o tipo de roda compactadora mais estreita (0,025m) elevou à resistência a penetração do solo, o que pode ter retardado a emergência de plântulas. Nas rodas das semeadoras de precisão, as profundidades de semeadura foram maiores, levando a um maior tempo para a emergência das plântulas. A produção não sofreu influência dos tipos de rodas compactadoras avaliadas.

Silva *et al*. (1991) verificaram a influência de quatro diferentes modelos de rodas compactadoras sobre o condicionamento físico do solo, utilizando três níveis de compactação no processo de semeadura, e afirmaram que as mesmas alteram o comportamento hídrico do solo na região de semeadura, além de elevar a densidade e a resistência à penetração no plano vertical da linha de semeadura. A porcentagem e velocidade de emergência das plântulas de feijoeiro foram afetadas pelas pressões de compactação. À medida que a compactação aumentou, as plântulas tiveram sua emergência diminuída e retardada para todas as rodas testadas.

Prado *et al*. (2001) analisaram a influência da compressão do solo, associada à profundidade de semeadura, sobre o índice de velocidade de emergência e o crescimento inicial na cultura do milho. A compressão do solo pela roda compactadora da semeadora variou de 50 a 150 N e a profundidade variou de 3 a 7 cm. Concluiu-se que houve uma resposta linear crescente, para a carga aplicada, no índice de velocidade de emergência e na altura de plantas; não foi encontrada influência da profundidade de semeadura.

Modolo (2006) estudou os efeitos da combinação dos teores de água do solo e cargas aplicadas pela roda compactadora da semeadora-adubadora sobre o contato solo-semente, em sistema plantio direto na cultura da soja. Concluiu que as cargas aplicadas pela roda compactadora elevaram a densidade do solo e a resistência à penetração no plano vertical da linha de semeadura abaixo da profundidade de semeadura, quando comparado com os valores obtidos antes do plantio. Este mesmo autor também observou que a velocidade de emergência das plântulas de soja foi afetada pelas cargas aplicadas e pelos teores de água do solo. A carga máxima de 140 N, aplicada pela roda compactadora sobre a semente, causou encrostamento superficial do solo, retardando a emergência das plântulas.

A relação solo–semente em semeadura direta também foi estudada por Reis (2003) na cultura do milho. O autor concluiu que o teor de água, os mecanismos de abertura dos sulcos e os elementos compactadores do solo não interferiram no índice de velocidade de emergência das plântulas. No entanto, com mecanismo sulcador tipo facão, houve maior percentagem de emergência de plântulas e o elemento compactador tipo roda de borracha resultou em maior resistência à penetração do solo, avaliado após o plantio. Observou também que, em solos com alto teor de argila, deve-se utilizar o mecanismo tipo facão para abertura de sulco.

2.5 Velocidade de deslocamento do conjunto trator-semeadora-adubadora

Nas operações realizadas com máquinas agrícolas, deve-se levar em conta a velocidade de deslocamento do conjunto máquina/implemento, pois esta influencia nos gastos de combustível, na demanda de tração e na qualidade final da tarefa realizada. EMBRAPA (1997b) destaca que a velocidade de deslocamento da semeadora é um dos fatores de grande influência na precisão da distribuição de sementes no solo durante a semeadura.

Silva *et al.* (2000) submeteram uma semeadora-adubadora a quatro velocidades (0,83; 1,67; 2,5 e 3,11 m s^{-1}) de operação e duas profundidades (0,05 e 0,10 m) para deposição de adubo no solo, no estabelecimento da cultura do milho. Foi utilizada uma área experimental em que o solo era Latossolo Roxo eutrófico com plantio direto há 12 anos. Os autores concluíram que o número de plantas de milho na linha de semeadura foi menor nas maiores velocidades de operação da máquina, a uniformidade dos espaçamentos entre as sementes de milho na linha de semeadura foi considerada excelente para a velocidade de 0,83 m s^{-1}, regular para 1,67e 2,5 m s^{-1} e insatisfatória para 3,11 m s^{-1}. As velocidades da semeadora-adubadora de até 1,67 m s^{-1} e a adubação realizada a 0,10 m de profundidade propiciaram maiores estandes de plantas e número de espigas por metro e foram responsáveis pelos maiores rendimentos de grãos.

Mello et al. (2003) avaliaram, em um Latossolo Vermelho Distrófico típico argiloso álico, preparado convencionalmente, a influência da velocidade operacional de duas semeadoras-adubadoras com dois sistemas de distribuição de sementes (pneumático e discos horizontais perfurados). Os autores observaram melhores distribuições longitudinais de sementes com as velocidades de 1,39 m s^{-1} e de 1,72 m s^{-1} para a semeadora com sistema dosador pneumático e com sistema de discos, respectivamente. Concluíram que a produtividade de grãos na cultura do milho foi igual nas oito velocidades de semeadura para as duas semeadoras estudadas.

Furlani *et al*. (1999) avaliaram a uniformidade na profundidade de deposição de semente de acordo com a velocidade de deslocamento de

uma semeadora na cultura do milho em diferentes sistemas de cultivo. Constataram que a profundidade de deposição de sementes não apresentou diferenças significativas para as duas velocidades de deslocamento (0,83 e 1,39 m s^{-1}).

Com objetivo de verificar a influência da velocidade de deslocamento da semeadora na semeadura de milho, Garcia *et al.* (2006) variaram a velocidade de semeadura de 0,83 a 2,50 m s^{-1}, diferentes dosadores de sementes (pneumático e disco horizontal perfurado), em quatro áreas, em diferentes propriedades. As variáveis analisadas foram: população de plântulas emergidas, distribuição longitudinal de plântulas, população com espigas e os componentes de rendimento. Os autores concluíram que há aumento na percentagem de espaçamentos falhos e múltiplos e queda de espaçamentos aceitáveis ao se elevar a velocidade de semeadura. A produtividade foi afetada quando a população de plântulas foi reduzida pelo incremento de velocidade.

Mahl *et al.* (2004), avaliando a demanda energética e a eficiência da distribuição de sementes de uma semeadora-adubadora em semeadura direta de milho, variaram a velocidade de deslocamento da semeadora e condições de solo. Combinaram três velocidades de deslocamento (1,22; 1,69 e 2,25 m s^{-1}) e duas condições de solo (solo manejado sob sistema de plantio direto há cinco anos e solo preparado com escarificador há 18 meses). Avaliaram-se a força de tração, a potência na barra de tração, o consumo de combustível, a capacidade de campo efetiva, a distribuição longitudinal de plântulas, o coeficiente de variação, o índice de precisão e o número de plântulas por hectare (estande inicial) em uma semeadora com dosador tipo disco horizontal perfurando. Os resultados revelaram que, aumentando-se a velocidade de 1,22 para 2,25 m s^{-1}, há um incremento de 96% na demanda de potência na barra de tração e redução de 26% no consumo operacional de combustível. A maior velocidade (2,25 m s^{-1}) proporcionou menor porcentual de espaçamentos normais e aumento no porcentual de espaçamentos múltiplos e falhos, maior coeficiente de variação e menor índice de precisão. A variação da velocidade não interferiu no número de plantas por hectare.

Avaliando uma semeadora-adubadora de quatro linhas e variando as marchas do trator e preparo do solo, Furlani *et al*. (2005) observaram que a capacidade operacional da semeadora foi maior quando o trator trabalhou na marcha M2 (1,94 m s^{-1}) em solo preparado pelo método convencional e plantio direto. Com relação ao consumo de combustível horário e por área na operação de semeadura, a marcha M2 do trator e o preparo com escarificador resultaram em maiores valores. A potência e a força de tração na barra na semeadura não foram influenciadas pelas marchas do trator e pelo preparo do solo. Os autores concluíram ainda que a velocidade, a patinagem e os consumos de combustível horário e por área foram maiores quando utilizaram a marcha M2 (1,94 m s^{-1}), durante a operação de semeadura.

Na avaliação de uma semeadora-adubadora na cultura do milho, Silva e Silveira (2002) verificaram que a profundidade média de semeadura não foi alterada pelas velocidades de operação nem pelas profundidades de adubação (aproximadamente 3,6 cm). Os mesmos autores destacam que a profundidade de adubação não influenciou a profundidade de deposição das sementes no sulco.

2.6 Emergência de plântulas

Estudando a eficiência de semeadoras na velocidade de emergência de plântulas de milho em plantio direto, Faganello *et al.* (1999) testaram cinco semeadoras em duas velocidades de trabalho (0,97 e 1,94 m s^{-1}). As semeadoras operaram sobre resteva de ervilhaca (*Vicia sativa*) dessecada. Os autores concluíram que as velocidades de trabalho não provocaram diferenças no índice de velocidade de emergência. No entanto, entre as semeadoras avaliadas, houve diferenças significativas para o índice de velocidade de emergência de plântulas.

Casão Júnior *et al*. (2001), avaliando dez semeadoras-adubadoras de precisão, concluíram que houve uma grande variação na porcentagem de emergência de plântulas de soja. As máquinas, que levaram a uma porcentagem de emergência inferior, em torno de 70 e 76%, deixavam os sulcos de semeadura com pouca cobertura de palha que protegia as

sementes da ação do sol. Utilizando as semeadoras-adubadoras que possibilitaram maior índice de velocidade de emergência, as porcentagens de plântulas de soja emergidas ficaram entre 82 e 95%.

Com relação ao efeito de diferentes rodas compactadoras submetidas a cargas verticais e profundidades de semeadura sobre o desenvolvimento do milho, Silva *et al.* (2002) avaliaram, entre outras características, o número médio de dias para a emergência das plântulas. A profundidade de semeadura foi o fator que influenciou na emergência e no desenvolvimento vegetativo da cultura.

Em estudo sobre uma semeadora-adubadora em sistema plantio direto na cultura da soja, Modolo (2006) verificou o contato solo-semente ocasionado por diferentes teores de água do solo e cargas aplicadas pela roda compactadora. O autor observou que, no teor de água igual a 0,30 kg kg^{-1}, as plantas necessitaram mais dias para a emergência e apresentaram maior porcentagem de emergência que nos teores de água iguais a 0,36 kg kg^{-1} e 0,27 kg kg^{-1}. O menor número de dias para a emergência foi encontrado no maior teor de água do solo (0,36 kg kg^{-1}), porém, este apresentou a menor porcentagem de emergência de plântulas. Não houve efeito da carga aplicada na velocidade de emergência e na porcentagem de plântulas emergidas.

Estudando uma semeadora-adubadora na cultura do milho, em plantio direto, Silveira (2004) verificou que as velocidades de deslocamento de 1,39; 1,67, e 1,94 m s^{-1} e as profundidades de deposição das sementes de 0,05 e 0,08 m não afetaram o índice de velocidade de emergência de plântulas.

3 MATERIAL E MÉTODOS

Os ensaios foram conduzidos na Universidade Federal de Viçosa, situada na cidade de Viçosa, MG, durante o mês de dezembro de 2006. As atividades de laboratório foram conduzidas nos Departamentos de Engenharia Agrícola e de Solos, enquanto que as de campo, em uma área pertencente ao Departamento de Zootecnia.

3.1 Área experimental

A Figura 1 contém uma vista parcial da área experimental. A disposição das parcelas experimentais é ilustrada na Figura 2.

A localização geográfica está definida pelas coordenadas 20º 45' 14" de Latitude Sul e 42º 52' 53" de Longitude Oeste, com uma altitude média de 648,74 metros.

A declividade, que variou entre 0 e 5%, está pertence ao intervalo recomendado nos ensaios de campo realizados com semeadoras (COELHO, 1996).

Conforme a classificação de Köppen (1948), o clima na região de Viçosa é denominado Cwa, mesotérmico úmido, com estação chuvosa no verão e seco no inverno. As médias de temperaturas máxima e mínima são 26,1 e 14,0ºC, respectivamente.

FIGURA 1. Vista geral da área experimental antes da implantação do experimento

.

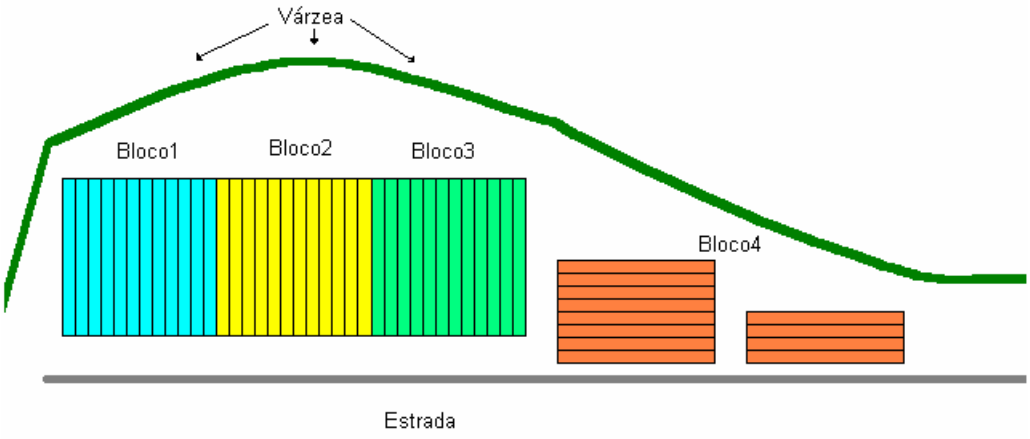

FIGURA 2. Disposição das parcelas experimentais e blocos.

3.2 Tratamentos e delineamento experimental

Foram aplicados 12 tratamentos na semeadura do milho pela associação de três velocidades de deslocamento (V1, V2 e V3) do conjunto trator-semeadora-adubadora, correspondendo respectivamente a 1,11; 1,67 e 2,23 m s^{-1}, a quatro cargas aplicadas pelas rodas compactadoras (C1, C2, C3 e C4) correspondendo respectivamente a 119, 131, 257 e 339 N.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com quatro repetições, totalizando quarenta e oito unidades experimentais, cada uma com área de 40 m^2 (2 x 20 m).

Foi utilizado o esquema fatorial 3x4, em que os fatores foram as três velocidades (V1, V2 e V3) e os quatro níveis de cargas aplicadas pela rodas compactadoras (C1, C2, C3 e C4).

3.2.1 Resistência do solo à penetração

Foi utilizado um penetrômetro, modelo PNT-2000 (Figura 3), cujas principais características encontram-se na Quadro 1. Foram realizadas aleatoriamente cinco amostragens por unidade experimental, obtendo-se valores de resistência do solo à penetração na faixa de 0 a 40 cm de profundidade.

FIGURA 3. Penetrômetro utilizado para determinar a resistência do solo à penetração.

QUADRO 1. Características do penetrômetro.

Alimentação	Bateria interna recarregável Carregador de bateria “inteligente” em fonte 110/220 Vca
Tipos de Cones	De acordo com a norma SAE S313.3: - Cone tipo 1 (grande) : 323 mm - Cone tipo 2 (médio) : 129 mm - Cone tipo 3 (pequeno) : 49 mm
Profundidade máxima de penetração	600 mm
Medição de Força	Célula de carga de capacidade máxima de 1000 N
Medição de Profundidade	Por sensor ultra-sônico, com precisão de 1 mm
Comunicação com GPS	Protocolo de comunicação NMEA-0183
Comunicação com o computador	Interface serial RS-232C
Capacidade de Memória	1228 ensaios

3.3 Caracterização do trator e da semeadora utilizadas

Foi utilizada uma semeadora-adubadora para plantio direto, marca Seed-Max, modelo PC 2123 (Figura 4), cujas principais características encontram-se no Quadro 2.

QUADRO 2. Características da semeadora-adubadora Seed-Max PC 2123.

Componente	Características
Corte da cobertura vegetal	Disco de corte liso com 406,4 mm (16”) de diâmetro.
Sulcador de fertilizantes	Discos duplos defasados com 356 mm (14”) de diâmetro.
Sulcador de sementes	Discos duplos defasados com 356 mm (14”) de diâmetro.
Controle de profundidade	Rodas compactadoras e reguladoras de profundidade na parte posterior.
Rodas compactadoras	Duas rodas lisas em “V”, com 345,0 mm de diâmetro e 45,0 mm de largura.
Espaçamento entre linhas	450 mm.
Número de linhas	Três.
Sistema de engate	Sistema de levante hidráulico (montada).
Dosador de sementes	Disco horizontal perfurado

FIGURA 4. Semeadora-adubadora utilizada no experimento

Para tracionar a semeadora-adubadora, foi utilizado um trator Massey Ferguson, modelo 265 4x2 TDA (Tração Dianteira Auxiliar), com potência máxima de 44,85 kW (61 cv) no motor a 2.000 rpm.

A escolha das combinações de marchas adequadas, para desenvolver as velocidades aplicadas nos tratamentos, foi feita pela cronometragem de tempo gasto para percorrer 50 metros em piso de terra.

3.4 Níveis de cargas aplicados ao solo pela roda compactadora

Foi utilizada uma célula de carga da marca Kratos, modelo 2BL1601, com capacidade de 19,6 kN (Figura 5) acoplada às rodas compactadoras. Foi desenvolvido um suporte em aço, fixado ao chassi da semeadora onde a célula de carga foi instalada pelo olhal superior. Na estrutura que suporta as rodas compactadoras, também foi adicionada uma estrutura em aço para prender a célula de carga pelo olhal inferior. O pino, que regula a altura da roda compactadora, foi retirado de modo que sua estrutura articulasse livremente para que toda carga fosse aplicada diretamente na célula de carga (Figura 6). A célula de carga foi posicionada como um prolongamento da coluna que sustenta as rodas compactadoras. As cargas aplicadas pelas rodas compactadoras sobre o solo foram visualizadas em um visor da marca Kratos, modelo IK-14 (Figura7).

Para a calibração da célula de carga, utilizou-se a máquina universal de ensaios com capacidade de 10 t, marca Losenhausen, modelo VHP 10 pertencente ao Laboratório de Tecnologia da Madeira do Departamento de Engenharia Florestal da Universidade Federal de Viçosa. Foram aplicadas cargas conhecidas (variando de 0 a 1000 kgf) para serem comparadas aos valores indicados no visor. Portanto determinou-se a relação entre a carga medida pela célula de carga (mostrada pelo visor) e a carga aplicada pelas rodas compactadoras (Equação 6).

$$C = \left(200{,}12\ V - 29{,}211 \right) 9{,}81 \qquad (6)$$

em que:

C = carga aplicada pelas rodas compactadoras sobre o solo, N;

V = valor lido no visor.

Os quatro níveis de cargas aplicadas pela roda compactadora sobre o solo foram em média: C1 = 119 N, C2 = 131 N, C3 = 257 N e C4 = 339 N, obtidos de acordo com as opções de pressão da mola de regulagem da semeadora-adubadora (Figura 8).

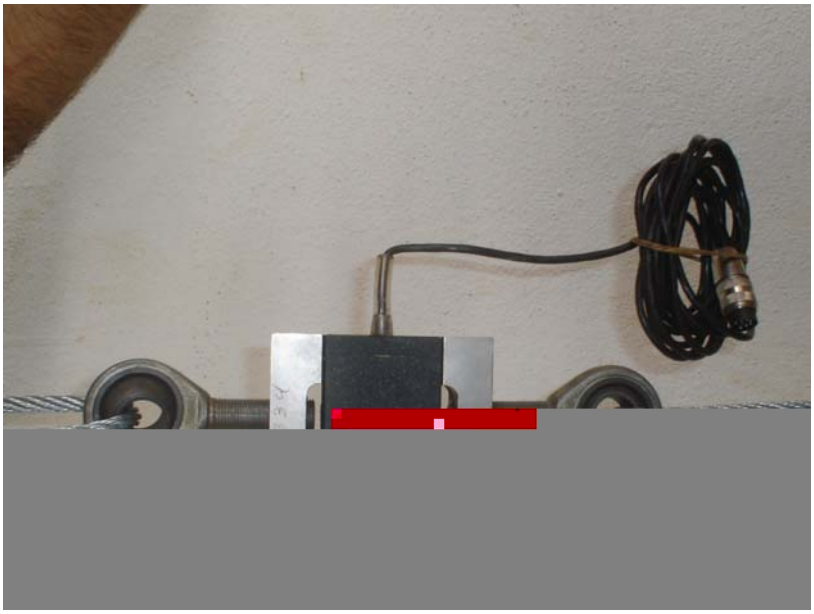

FIGURA 5. Célula de carga

FIGURA 6. Unidade de semeadura com estrutura adaptada para instalação da célula de carga

FIGURA 7. Visor conectado à célula de carga para a obtenção das cargas aplicadas pelas rodas compactadoras

FIGURA 8. Molas utilizadas para modificação da carga nas rodas compactadoras da semeadora-adubadora

3.5 Sementes e insumos.

As sementes de milho, cultivar AG2060, utilizadas neste experimento, foram produzidas na safra 2006 pela Agroceres; as características agronômicas da cultivar são apresentadas na Quadro 3.

Antes da regulagem dos implementos para a semeadura, foi retirada uma amostra das sementes para avaliação da germinação. O teste foi realizado utilizando-se como substrato o papel germitest, umedecido com água destilada na proporção de 2,5:1 (peso da água: peso do papel), com quatro repetições de 50 sementes. Em seguida, as sementes foram colocadas em germinador à temperatura constante de 25 ^{0}C. A avaliação do teste foi realizada conforme recomendações das "Regras para Análise de Sementes" (BRASIL, 1992).

Foi utilizado, como adubação mineral de plantio, o formulado NPK 4-14-8, na dosagem de 430 kg ha^{-1}, baseada em fósforo para um solo com média disponibilidade de fósforo, como recomendado por Ribeiro *et al*. (1999), para uma produção esperada de 4 a 6 t de grãos.

QUADRO 3. Características agronômicas da cultivar AG2060 (Fonte: Agroceres, 2006).

Característica	Avaliação
Ciclo	Precoce
Florescimento	60-65 dias
Maturação Fisiológica	112-120 dias
Colheita com 25%de umidade	130-140 dias
Arquitetura foliar	Semi-ereta
Grão	Semi-duro
Cor	Amarela/alaranjada
“Stay Green”	Bom
Finalidade	Grãos e silagem da planta inteira
Empalhamento	Bom
Nível de investimento	Médio/menor
Sistema radicular	Excelente
Colmo	Excelente

3.6 Caracterizações física e química do solo

O solo da área experimental foi classificado de acordo com EMBRAPA (1999), como Argissolo Vermelho Amarelo Câmbico, em relevo plano e textura franco argilosa. Encontrava-se com cobertura vegetal nativa de pequeno porte, tais como grama estrela (*Cynodon sp.*), cravo defunto (*Tagets minuta*), malva (*Malva sp.*), caruru (*Amaranthus sp.*) etc e já era utilizado normalmente para cultivo de culturas como milho e feijão em plantio direto.

A caracterização física do solo antes do plantio foi feita determinando-se a granulometria, densidade do solo, densidade de partículas, macroporosidade, microporosidade e resistência mecânica do solo à penetração. A caracterização química foi feita determinando-se o pH (potencial hidrogeniônico) em água, P (fósforo), K (potássio), SB (saturação

por bases), t (capacidade de troca catiônica efetiva), T(capacidade de troca catiônica a pH 7) e P-rem (fósforo remanescente).

3.6.1 Análise química solo

Foram coletadas amostras simples da camada de 0 a 20 cm de profundidade que constituíram uma amostra composta da área. A amostra foi levada para análise química no Laboratório de Análises de Solos da Universidade Federal de Viçosa, certificado pelo Programa de Controle de Qualidade de Análise de Solo (PROFERT-MG).

3.6.2 Análise granulométrica

Depois da coleta de amostras do solo, foi realizado o procedimento de rotina para análise granulométrica (EMBRAPA, 1997a), em que as amostras deformadas foram previamente secadas à sombra, destorroadas e peneiradas em peneiras de 2 mm de diâmetro, obtendo assim a TFSA (Terra Fina Seca ao Ar). Utilizou-se uma amostra de 20 g de TFSA, na qual foram adicionados 100 mL de água destilada e 10 mL de NaOH 0,1 mol.

A amostra foi agitada, ficando em seguida em repouso durante 12 horas; posteriormente foi realizada uma nova agitação com duração de 15 minutos por meio de um agitador mecânico. Após esta última agitação, fez-se a separação da areia das demais partículas por peneiramento, utilizando uma peneira de malha de 0,053 mm (nº 270) e jato d'água. A areia retida na peneira foi seca em estufa a 105ºC (± 2 ºC) até massa constante, e pesada. A separação em areia grossa e fina foi feita por meio de uma peneira de 0,2 mm (nº 70).

A fração de argila foi obtida pelo método da pipeta e a porcentagem de silte, pela diferença entre a massa total e as frações de areia e argila.

3.6.3 Teor de água no solo

Para determinar o teor de água no solo, foi utilizado o método gravimétrico padrão, baseado na massa de solo seco em uma estufa à

temperatura de 105 ºC (± 2 ºC) até que a massa fosse constante, conforme EMBRAPA (1997a).

O solo coletado foi colocado em cápsulas de alumínio com tampas, e pesado em uma balança digital de precisão de 0,0001g.

Após atingir massa constante em estufa a 105ºC, as cápsulas com as amostras foram resfriados à temperatura ambiente e pesadas novamente. A amostra de solo foi descartada e, após a limpeza e pesagem do recipiente para determinar sua massa, foi calculada a porcentagem da massa de solo correspondente à água.

Paralelamente ao momento da semeadura do milho, foram coletadas amostras de solo para a determinação do teor de água na camada de espessura entre 0 e 15 cm.

3.7 Caracterização da palhada do solo

Por meio de um gabarito quadrado de madeira medindo 0,50 m de lado, coletaram-se três amostras da palhada existente na área experimental por bloco. Para coletar as amostras, a moldura foi lançada aleatoriamente e foi retirada toda a palhada contida dentro da área do gabarito; posteriormente, foi feita a secagem até atingir peso constante em estufa a 60 ºC ± 1 e pesadas em uma balança com resolução de 0,01g, e convertida a unidade para kg ha^{-1}.

3.7.1 Densidade de partículas

Foi determinada pela divisão da massa de sólidos correspondente a 20 g de TFSE (Terra Fina Seca em Estufa) pelo respectivo volume (Equação 2). Para determinar o volume dos sólidos, foram utilizados balão volumétrico e álcool etílico (EMBRAPA, 1997a).

$$Dp = \frac{Ms}{Vs} \quad (2)$$

em que:

Dp = densidade de partículas, kg dm^{-3};

Ms = massa de sólidos, kg;

Vs = volume de sólidos, dm^3.

3.7.2 Densidade do solo

Foi determinada na camada de 0 a 5 cm de profundidade, utilizando-se o método do anel volumétrico, descrito em EMBRAPA (1997a). A coleta de amostras foi realizada antes da instalação dos tratamentos com anéis de aço previamente medidos com paquímetro e seus volumes calculados. Foram 32 amostras indeformadas coletadas na área.

As amostras foram secas em estufa a 105 ºC (± 2 ºC) e pesadas para cálculo da densidade pela Equação 1.

$$Ds = \frac{Ms}{Vc} \quad (1)$$

em que:

Ds = densidade do solo, kg dm^{-3};

Ms = massa do solo, kg;

Vc = volume do cilindro, dm^3.

3.7.3 Macroporosidade

A macroporosidade, poros com diâmentro maior que 0,05 mm, foi obtida pela diferença da porosidade total pelos valores da microposidade, Equação 5.

$$Ma = Pt - Mi \quad (5)$$

em que:

Ma = macroporosidade, $m^3\ m^{-3}$;

Pt = porosidade total, $m^3\ m^{-3}$;

Mi = microporosidade, $m^3\ m^{-3}$.

3.7.4 Microporosidade

Amostras indeformadas coletadas com anel volumétrico de aço, antes da instalação do experimento, foram tampadas, levadas ao laboratório e colocadas em bandejas com água para saturação por um período de 48 horas; em seguida, foram pesadas em uma balança de resolução de 0,01g.

As amostras foram colocadas sob a mesa de tensão com pressão negativa de 60 cm de coluna d'água (5883,624 Pa), por 48 horas. Após a massa se tornar estável, as amostras foram novamente pesadas para se obter o volume de água retirado de cada amostra correspondente ao volume de macroporos. Por meio da Equação 4, obteve-se o volume dos poros com diâmetros menores que 0,05 mm, correspondentes à microporosidade do solo.

$$Mi = \left(\frac{At - As}{Vc} \right) \quad (4)$$

em que:

Mi = microporosidade, $m^3\ m^{-3}$;

At = massa do solo submetido a mesa de tensão de 60 cm de coluna de água, kg dm^{-3};

As = massa do solo seco em estufa, kg dm^{-3};

Vc = volume do cilindro, m^{-3}

3.7.5 Porosidade total

Foi calculada com base nas densidades das partículas e do solo, utilizando a Equação 3 (EMBRAPA, 1997a).

$$Pt = \left(1 - \frac{Ds}{Dp}\right) \quad (3)$$

em que:

Pt = porosidade total, $m^3\ m^{-3}$;

Ds = densidade do solo, kg dm^{-3};

Dp = densidade das partículas, kg dm^{-3}.

3.8 Plantio e controle de plantas daninhas

O plantio foi efetuado com uma semeadora-adubadora com espaçamento entre as linhas de 0,90 m, profundidade de semeadura de 0,05 m, e 6 sementes por metro linear, atingindo assim aproximadamente 66.600 sementes de milho por hectare. As plantas daninhas foram controladas com aplicação de herbicida Glifosate, na dosagem de 3L ha^{-1} do produto comercial, com um volume de calda de 300 L ha^{-1}, 15 dias antes do plantio.

3.9 Avaliações pós-plantio

3.9.1 Profundidade de semeadura

A profundidade de semeadura de 20 sementes foi determinada nas duas linhas de semeadura em cada unidade experimental. A planta foi cortada no nível da superfície do solo e foi retirada com o torrão de terra. Posteriormente, foi feita a remoção do solo ao redor das sementes de forma a não retirá-las do seu local de deposição. Com as sementes descobertas, determinou-se a distância do local cortado na planta até o ponto onde esta se encontrava com auxilio de uma régua graduada.

3.9.2 Emergência de plântulas

Foram avaliadas em um comprimento de 3 m em cada linha de semeadura por parcela. O número de sementes inicial (seis sementes m^{-1}) foi determinado de acordo com a regulagem de distribuição de sementes da semeadora-adubadora. A contagem das plântulas emergidas foi realizada diariamente até que o número de plântulas emergidas se apresentasse constante.

Os resultados do total de plântulas emergidas foram expressos em porcentagem.

A determinação do índice de velocidade de emergência de plântulas foi realizada utilizando-se a Equação 7 (MAGUIRE, 1962).

$$IVE = \frac{E_1}{N_1} + \frac{E_2}{N_2} + ... \frac{E_n}{N_n} \quad (7)$$

Em que:

IVE = índice de velocidade de emergência;

E_1, E_2, E_n = número de plantas emergidas, na primeira, segunda, ..., última contagem;

N_1, N_2, N_n = número de dias da semeadura à primeira, segunda, ..., última contagem.

3.9.3 Altura das plântulas

Aos 10 dias após o início da emergência, com auxílio de uma régua graduada, determinou-se a altura média de 20 plantas por parcela. Para esta determinação, considerou-se a distância da superfície do solo até a parte mais alta da última folha.

3.9.4 Massa da parte aérea das plântulas

Foi avaliada a massa da parte aérea das plantas aos 10 dias após o início da emergência. Amostras de 20 plantas por parcela foram cortadas ao nível do solo e colocadas em saco de papel e, em seguida, em sacos de

plástico. As amostras foram pesadas em uma balança com resolução de 0,01g, obtendo-se a massa da matéria verde da parte aérea de 20 plantas. Em seguida, foram colocadas em estufa a 60 ºC e, após atingirem massa constante, foram novamente pesadas, obtendo-se assim a massa da matéria seca da parte aérea.

3.9.5 Uniformidade de distribuição longitudinal de plântulas

A uniformidade de distribuição longitudinal de plântulas foi obtida utilizando-se a metodologia apresentada por Kurachi *et al*. (1989). Foram realizadas amostragens nas duas linhas de semeadura, para cada unidade experimental, sendo determinado o espaçamento entre 20 plântulas. Foram determinadas as porcentagens de espaçamentos aceitáveis, falhos e múltiplos.

A percentagem de espaçamentos aceitáveis foi calculada considerando todos os espaçamentos entre sementes de 0,5 a 1,5 vezes o espaçamento médio esperado (ē). Os valores obtidos fora desse limite foram considerados como falhas no plantio (acima de 1,5 vezes ē) ou sementes duplas (abaixo de 0,5 vezes ē), conforme descrito na Quadro 4.

QUADRO 4. Limites de tolerância para as variações dos espaçamentos (Xi) entre sementes e o tipo de espaçamento considerado.

Tipo de Espaçamento	Intervalo de tolerância para variação de Xi
Múltiplos	$Xi < 0,5 * Xref$
Aceitáveis	$0,5 * Xref \leq Xi \leq 1,5 * Xref$
Falhos	$Xi > 1,5 * Xref$

Xi = espaçamento entre sementes obtido a campo, ou quando do cálculo da relação de transmissão e número de sementes a ser distribuída por área.

Xref = valor de referência obtido em função do espaçamento e população

Fonte: KURACHI *et al*. (1989)

3.10 Análise estatística dos dados

Os resultados obtidos para as características avaliadas foram submetidos à análise de variância, aplicando-se o teste F (Fischer). As médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey. Ambos os testes foram realizados com nível de significância de 5% de probabilidade, utilizando-se o programa SAEG versão 8.0.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Existem muitas variáveis envolvidas na avaliação de um conjunto trator semeadora em sistema de plantio direto, sendo aconselhável fixar um número limitado para que se possa chegar a conclusões mais objetivas com relação ao estabelecimento inicial de plantas. Foram considerados a profundidade de semeadura, a porcentagem de plântulas emergidas, o índice de velocidade de emergência das plântulas, a altura das plântulass, a massa da matéria verde da parte aérea, a massa da matéria seca da parte aérea e a uniformidade de distribuição de plântulas. Todas essas variáveis foram analisadas em função de diferentes velocidades e cargas aplicadas pelas rodas compactadoras.

4.1 Caracterização química do solo antes do plantio

De acordo com os resultados obtidos da análise química do solo (Tabela 1), não houve necessidade de realização neutralização do pH, pois a acidez foi classificada quimicamente como fraca e agronomicamente como alta, não prejudicando o desenvolvimento das plantas. As disponibilidades de fósforo (P-rem), cálcio trocável (Ca^{2+}), magnésio trocável (Mg^{2+}) e soma de bases (SB) foram classificadas como muito boas. A disponibilidade de potássio, a capacidade de troca de cátions efetiva (t), a capacidade de troca de cátions em pH 7 (T) e a saturação por bases foram boas. A acidez trocável (Al^{+3}) e saturação por Al^{+3} foram muito baixas e a acidez potencial (H + Al) foi média (ALVAREZ *et al.*, 1999).

TABELA 1. Características químicas do solo da área experimental.

pH	P	K	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Al^{+3}	H+Al	SB	(t)	(T)	V	M	P-rem
(H_2O)	(mg dm^{-3})	----------cmol$_c$ dm^{-3}----------								------%-----		mg L^{-1}
6,03	25,4	86	4,87	1,59	0,00	4,2	6,68	6,68	10,88	61,4	0,0	34,1

pH - potencial hidrogeniônico em água; P – fósforo; K – potássio; Ca^{2+} - cálcio trocável; Mg^{2+}- magnésio trocável; Al^{+3} - acidez trocável; H + Al - acidez potencial; SB - saturação por bases; t - capacidade de troca catiônica efetiva; T - capacidade de troca catiônica a pH 7; V - saturação por bases; m - Saturação por alumínio; P-rem - fósforo remanescente.

4.2 Caracterização física do solo antes do plantio

A Tabela 2 contém as frações de areia grossa, areia fina, silte e argila, obtidas da análise granulométrica do solo da área experimental; o solo foi classificado como de textura franco-agilosa.

O solo da área experimental possui 32% de argila. Rosolem *et al.* (1999) estudaram o crescimento de raízes de milho em amostras de solo com 22, 30, 34, 41 e 48% de argila. Segundo esses autores, nos solos com 30 e 34% de argila, observou-se alto número e comprimento de raízes seminais adventícias, o que se refletiu no maior comprimento total de raízes; sendo assim, o número e comprimento das raízes adventícias seminais definiram o crescimento radicular, e este pode alcançar o máximo nestas texturas, em que o tipo de solo do presente experimento se enquadra.

TABELA 2. Análise granulométrica do solo da área experimental.

Partículas	Porcentual (%)
Areia Grossa	21
Areia Fina	19
Silte	28
Argila	32

A umidade média obtida das amostras de solo foi de 27,28% em base úmida e a quantidade média de palhada (matéria orgânica sob o solo) contida na área foi de 2630 kg ha^{-1}; os valores médios por blocos estão

informados na Tabela 3. A densidade média de partículas foi de 2,60 kg dm^{-3}, a densidade média do solo foi de 1,20 kg dm^{-3}, o volume de macroporos, microporos e porosidade total foram, respectivamente, 0,14; 0,40 e 0,54m^3 m^{-3}.

TABELA 3. Umidade (% base úmida) e massa de palhada (kg ha-1) média por blocos, obtidas nas amostras coletadas no momento da realização da semeadura

Blocos	**Umidade (% base úmida)**	**Massa de palhada (kg ha^{-1})**
1	31,22	2372,53
2	28,71	3755,07
3	25,53	2047,73
4	23,65	2352,80
Média	27,28	2630

A Figura 9 ilustra os valores médios da resistência do solo à penetração nos blocos, em função da profundidade. Observou-se um aumento gradual na resistência do solo à penetração ao longo do perfil estudado (0-0,4 m) para todos os blocos. Na camada de 0 a 0,16 m, os blocos possuíam valores semelhantes com relação à resistência à penetração, variando de 0 a 0,67 MPa. Abaixo dessa camada do perfil, tem-se uma menor resistência no bloco 1, se comparado ao segundo e, assim, sucessivamente. Os maiores valores foram obtidos nas camadas de 0,35 a 0,40 m atingindo 1,67 MPa no bloco 4.

Bassoi *et al.* (1994) verificaram que cerca de 70% das raízes de plantas de milho concentram-se na camada de 0-0,4 m de profundidade. Os valores de resistência encontrados não foram maiores que os considerados limitantes ao desenvolvimento radicular (2,0 MPa), segundo Tormena *et al*. (1998).

Silva *et al*. (2000), em sistema de plantio direto, verificaram a formação de uma camada de solo mais compactada na profundidade de

0,05 a 0,10 m devido ao tráfego de máquinas sobre o solo, o que não foi verificado no presente trabalho.

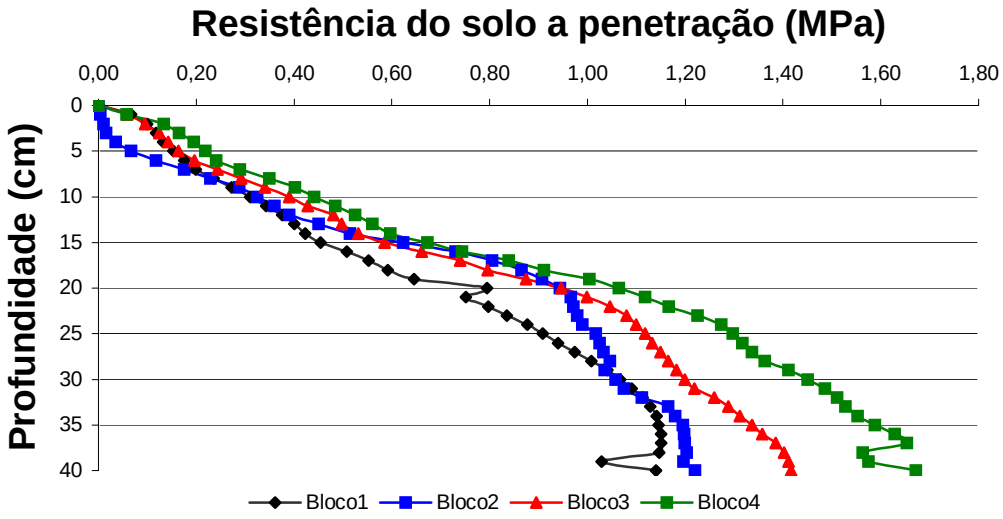

FIGURA 9. Resistência mecânica do solo à penetração (MPa) para os blocos experimentais.

4.3 Profundidade de semeadura

Na Tabela 4, encontra-se a análise de variância dos valores de profundidade de semeadura, de acordo com as velocidades de deslocamento da semeadora-adubadora e as cargas aplicadas pelas rodas compactadora. A Tabela 5 contém os valores médios para os mesmos tratamentos.

As médias de profundidades de semeadura obtidas (0,33 m) foram menores que o valor desejado (0,05 m). Os valores estão em concordância com os de profundidade de semeadura de milho recomendados por Pereira Filho e Cruz (2000), de 0,03 a 0,05 m, em solos argilosos.

Não foram encontradas diferenças significativas entre os valores médios de profundidade de semeadura para as velocidades de deslocamentos, e não houve interação entre os fatores. No entanto, no fator cargas aplicadas pelas rodas compactadoras, a carga C4 (339 N) resultou em menor profundidade quando comparada com a carga C2 (131 N).

Justifica-se este fato pela possibilidade da maior carga aplicada sobre a superfície do solo ter adensado a camada sobre a semente, resultando em menor profundidade.

TABELA 4. Análise de variância para a profundidade de semeadura de milho de acordo com as velocidades de deslocamento da semeadora-adubadora e cargas aplicadas pelas rodas compactadoras

Fonte de variação	GL	SQ	QM	F
Bloco	3	4,13	1,38	8,49 *
Velocidade	2	0,98	0,49	3,03 ^{ns}
Carga	3	1,76	0,59	3,62 *
Velocidade X Carga	6	1,02	0,17	1,05 ^{ns}
Resíduo	33	5,35	0,16	-
Desvio padrão: 0,040		Coeficiente de variação: 12,20%		

^{ns} - Não significativo a 5% de probabilidade; * - Significativo a 5% de probabilidade

TABELA 5. Valores médios da profundidade de semeadura (m) de milho, de acordo com as velocidades de deslocamento da semeadora-adubadora e cargas aplicadas pelas rodas compactadoras

Velocidade ($m\ s^{-1}$)	Cargas aplicadas (N)				Média
	119	131	257	339	
1,11	0,0364	0,0355	0,0381	0,0293	0,0348
1,67	0,0328	0,0354	0,0323	0,0311	0,0329
2,22	0,0316	0,0344	0,0300	0,0293	0,0313
Média	0,0336AB	0,0351A	0,0335AB	0,0299B	0,0330

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Tukey.

4.4 Porcentagem de emergência das plântulas

Na Tabela 6, encontra-se a análise de variância dos valores de porcentagem de plântulas emergidas, de acordo com as velocidades de deslocamento da semeadora-adubadora e as cargas aplicadas pelas rodas compactadoras e na Tabela 7 são apresentados os valores médios para os mesmos tratamentos.

TABELA 6. Análise de variância para plântulas emergidas de milho de acordo com as velocidades de deslocamento da semeadora-adubadora e cargas aplicadas pelas rodas compactadoras

Fonte de variação	GL	SQ	QM	F
Bloco	3	7146,98	2382,33	2,20*
Velocidade	2	47,28	23,64	0,29 ns
Cargas	3	577,38	192,46	2,36 ns
Velocidade X Carga	6	617,70	102,95	1,26 ns
Resíduo	33	2691,92	81,57	-
Desvio padrão: 9,03			Coeficiente de variação: 16,26%	

ns - Não significativo a 5% de probabilidade; * - Significativo a 5% de probabilidade

TABELA 7. Valores médios obtidos para porcentagem de plântulas emergidas de milho de acordo com as velocidades de deslocamento da semeadora-adubadora e cargas aplicadas pelas rodas compactadoras

Velocidade ($m\ s^{-1}$)	Cargas aplicadas (N)				Média
	119	131	257	339	
1,11	59,72	57,64	45,83	64,58	56,94
1,67	60,42	54,86	53,47	51,39	55,03
2,22	60,42	49,31	53,47	55,56	54,69
Média	60,19	53,94	50,93	57,18	55,56

Em laboratório, as sementes apresentaram 86% de germinação e 60% de vigor. A porcentagem média de plântulas emergidas foi de 55,56%, sendo que o início da emergência ocorreu ao 6º dia após a semeadura, estendendo-se até o 12º dia. Segundo Magalhães e Durães (2002) em condições de temperatura e umidade do ar adequadas, a emergência ocorre de 4 a 5 dias após a semeadura; porém, em condições de baixa temperatura e pouca umidade, a germinação pode demorar até duas semanas.

Os números médios de plântulas emergidas não diferiram significativamente para as velocidades de deslocamento da semeadora-

adubadora e cargas aplicadas, não se observando interação entre os fatores.

Silveira (2004), trabalhando com milho em plantio direto, com a semeadora sendo deslocada nas velocidades de 5,28; 5,78 e 7,08 m s^{-1}, encontrou porcentagens de emergência superiores aos observados neste trabalho, correspondentes a 88,06% e 87,22% nas profundidades de sementes de 6,81 e 8,08, respectivamente. O autor também observou diferença entre 12 a 13% na porcentagem de sementes germinadas em laboratório e a porcentagem de sementes emergidas em campo. Provavelmente essa diferença foi devido às condições estabelecidas em laboratório serem mais favoráveis que as encontradas em campo.

O aumento na densidade de sementes para 66.670 sementes ha^{-1}, não compensou a utilização de sementes com 86% de germinação. Apesar das sementes utilizadas possuírem porcentagem de germinação de 86%, na primeira contagem do teste de germinação, somente 60% das sementes estavam germinadas, mostrando baixo vigor do lote, o que pode ter refletido na emergência de plântulas em campo. Andreoli *et al.* (2002), avaliando quatro lotes de sementes de milho híbrido com germinação entre 75 e 95%, em diferentes densidades de semeadura, concluíram que a qualidade da semente é fundamental para o estabelecimento da cultura e o aumento da produtividade. Os autores sugeriram que os lotes de semente devem possuir germinação superior a 90%, pois o aumento da densidade de semeadura não compensou a qualidade das sementes de milho.

4.5 Índice de velocidade de emergência

Na Tabela 8, encontra-se a análise de variância dos valores do índice de velocidade de emergência, de acordo com as velocidades de deslocamento da semeadora-adubadora e as cargas aplicadas pelas rodas compactadoras e na Tabela 9 os valores médios para os mesmos tratamentos.

TABELA 8. Análise de variância para o índice de velocidade de emergência de milho de acordo com as velocidades de deslocamento da semeadora adubadora e cargas aplicadas pelas rodas compactadoras.

Fonte de variação	GL	SQ	QM	F
Bloco	3	27,48	9,16	31,29*
Velocidade	2	0,34	0,17	0,57 ^{ns}
Carga	3	2,11	0,70	2,40 ^{ns}
Velocidade X Carga	6	2,40	0,40	1,37^{ns}
Resíduo	33	9,66	0,29	-
Desvio padrão: 0,95			Coeficiente de variação: 18,37%	

^{ns} - Não significativo a 5% de probabilidade; * - Significativo a 5% de probabilidade

TABELA 9. Valores médios do índice de velocidade de emergência de milho de acordo com as velocidades de deslocamento da semeadora-adubadora e cargas aplicadas pelas rodas compactadoras

Velocidade (m s^{-1})	Cargas aplicadas (N)				Média
	119	131	257	339	
1,11	3,25	3,13	2,36	3,49	3,06
1,67	3,24	2,87	2,77	2,86	2,86
2,22	3,22	2,65	2,83	2,91	2,91
Média	3,24	2,88	2,66	3,00	2,94

Não houve diferenças significativas para as médias do índice de velocidade de emergência para os tratamentos analisados. Também não foi observada interação entre as velocidades de deslocamento da semeadora-aubadora e as cargas aplicadas pelas rodas (Tabela 9).

Prado *et al*. (2001) analisaram o efeito da compressão do solo, associado à profundidade de semeadura, na cultura do milho. Foram avaliados o índice de velocidade de emergência e a altura de plantas, concluindo que, para as cargas aplicadas, houve uma resposta linear crescente para essas características e não houve influência da profundidade.

Silveira (2004) concluiu que a velocidade de deslocamento e a profundidade de deposição de sementes não afetaram o índice de velocidade de emergência de plântulas de milho em plantio direto. Reis (2003) verificou que não houve efeito significativo do teor de água no solo e dos mecanismos de abertura e elementos compactadores sobre o índice de velocidade de emergência em milho em sistema de plantio direto.

No entanto, Modolo (2006), estudando efeitos da combinação entre teores de água do solo e cargas aplicadas sobre o contato solo-semente em sistema de plantio direto na cultura da soja, constatou que o maior índice de velocidade de emergência de plântulas ocorreu no teor de água igual a 0,33 kg kg^{-1} e na carga de 86,21 N.

Estes resultados podem ser explicados devido às diferenças entre o tipo de germinação de sementes de milho e soja. O milho apresenta germinação do tipo hipógea, em que o cotilédone permanece abaixo do solo e o epicótilo cresce e emerge. Por outro lado, a soja apresenta germinação epígea, em que os cotilédones são arrastados acima da superfície do solo pela alongação do hipocótilo, sendo possivelmente mais prejudicados em condições desfavoráveis, como a compactação do solo.

4.6 Altura de plântulas

Na Tabela 10, encontra-se a análise de variância para os valores de altura de plântulas de milho, de acordo com as velocidades de deslocamento da semeadora-adubadora e as cargas aplicadas pelas rodas compactadoras e na Tabela 11, os valores médios para os mesmos tratamentos.

Não foram observadas diferenças significativas entre as médias de altura de plântulas para as velocidades de deslocamento da semeadora-adubadora e cargas avaliadas. Também não houve interação entre esses fatores.

Prado *et al*. (2001) analisaram a influência da compressão do solo associada à profundidade de semeadura na cultura do milho. Os resultados mostraram que a resposta à compressão aplicada pelas rodas

As médias de altura de plântulas obtidas foram estatisticamente iguais. Este trabalho mostrou que as cargas aplicadas não foram limitantes para o crescimento da cultura e devem ser elevadas em próximas pesquisas, pois podem acarretar compactação benéfica, com conseqüente aumento de altura de plântulas, como concluíram Prado *et al*. (2001). No entanto, Rosolem *et al.* (1999) constataram que um aumento na densidade do solo causou diminuição no número de raízes adventícias seminais em plântulas de milho.

TABELA 10. Análise de variância para altura de plântulas de milho de acordo com as velocidades de deslocamento da semeadora-adubadora e cargas aplicadas pelas rodas compactadoras

Fonte de variação	GL	SQ	QM	F
Bloco	3	14,54	4,85	2,03 ^{ns}
Velocidade	2	1,14	0,57	0,24 ^{ns}
Carga	3	2,08	0,69	0,29 ^{ns}
Velocidade X Carga	6	17,81	2,97	1,24^{ns}
Resíduo	33	78,79	2,39	-
Desvio padrão: 0,155		Coeficiente de variação: 9,61%		

^{ns} - Não significativo a 5% de probabilidade.

TABELA 11. Valores médios da altura de plântulas de milho (m) de acordo com as velocidades de deslocamento da semeadora-adubadora e cargas aplicadas pelas rodas compactadoras

Velocidade ($m\ s^{-1}$)	Cargas aplicadas (N)				Média
	119	131	257	339	
1,11	0,1550	0,1589	0,1540	0,1689	0,1592
1,67	0,1545	0,1589	0,1776	0,1605	0,1629
2,22	0,1663	0,1592	0,1589	0,1570	0,1603
Média	0,1586	0,1590	0,1635	0,1621	0,1608

4.7 Massa da parte aérea

Nas Tabelas 12 e 14, encontram-se as análises de variância para os valores de massa da matéria verde e seca da parte aérea, respectivamente, de acordo com as velocidades de deslocamento da semeadora-adubadora e as cargas aplicadas pelas rodas compactadoras e nas Tabelas 13 e 15, os valores médios da massa da matéria verde e seca da parte aérea, respectivamente, para os mesmos tratamentos.

A massa seca da parte aérea de milho possivelmente é uma boa característica para estimar a produção de grãos, pois, segundo experimento desenvolvido por Lopes *et al. (*2005), o rendimento de grãos de milho aumentou significativamente com os incrementos de massa seca de folha das plantas. A análise da massa da matéria seca e verde da parte aérea de plântulas, feita neste experimento, visou identificar os efeitos provenientes de variados tratamentos aplicados durante a semeadura e seus efeitos sobre o estabelecimento inicial da cultura.

Não houve diferenças significativas entre as médias de massa da matéria verde da parte aérea para as velocidades de deslocamento da semeadora-adubadora e cargas aplicadas pelas rodas compactadoras e não houve interação entre os fatores. De acordo com a quantidade média de massa verde produzida até o 10° dia após a semeadura, as plantas apresentavam desenvolvimento semelhante.

TABELA 12. Análise de variância para massa da matéria verde da parte aérea de 20 plântulas de milho aos 10 dias após semeadura de acordo com as velocidades de deslocamento da semeadora-adubadora e cargas aplicadas pelas rodas compactadoras

Fonte de variação	GL	SQ	QM	F
Bloco	3	11547,66	3849,22	9,83 *
Velocidade	2	262,22	131,11	0,34 ns
Carga	3	703,10	234,37	0,60 ns
Velocidade X Carga	6	1896,54	316,09	0,81 ns
Resíduo	33	12917,32	391,43	-
Desvio padrão: 19,78		Coeficiente de variação: 29,52%		

ns - Não significativo a 5% de probabilidade; * - Significativo a 5% de probabilidade

TABELA 13. Valores médios da massa da matéria verde da parte aérea de 20 plântulas de milho (g) aos 10 dias após semeadura de acordo com as velocidades de deslocamento da semeadora-adubadora e cargas aplicadas pelas rodas compactadoras

Velocidade ($m\ s^{-1}$)	Cargas aplicadas (N)				Média
	119	131	257	339	
1,11	63,30	64,18	66,50	87,21	70,30
1,67	61,78	63,86	66,97	67,88	65,59
2,22	77,89	64,09	56,50	63,88	65,12
Média	67,66	64,04	63,32	72,99	67,00

ns - Não significativo a 5% de probabilidade; ** - Significativo a 5% de probabilidade

Neste trabalho, não foram observadas diferenças significativas entre as médias de massa da matéria seca da parte aérea para as velocidades de deslocamento da semeadora-adubadora e cargas aplicadas pelas rodas compactadoras. Também não foi observada interação entre esses fatores.

Resultado semelhante foi encontrado por Silva *et al.* (2004), em que a massa seca total da parte aérea das plantas de milho foi medida aos 21 dias após a semeadura. Os resultados obtidos revelaram que não houve

diferença significativa para os três modelos de rodas compactadoras, três profundidades de semeadura e três níveis de carga aplicados.

TABELA 14. Análise de variância para a massa da matéria seca da parte aérea de 20 plântulas de milho aos 10 dias após semeadura de acordo com as velocidades de deslocamento da semeadora-adubadora e cargas aplicadas pelas rodas compactadoras

Fonte de variação	GL	SQ	QM	F
Bloco	3	52,46	17,49	9,16 *
Velocidade	2	0,61	0,30	0,16 ^{ns}
Carga	3	0,83	0,28	0,14 ^{ns}
Velocidade X Carga	6	10,68	1,78	0,93 ^{ns}
Resíduo	33	63,03	1,91	-
Desvio padrão: 1,38			Coeficiente de variação: 19,37%	

^{ns} - Não significativo a 5% de probabilidade; * - Significativo a 5% de probabilidade

TABELA 15. Valores médios da massa da matéria seca da parte aérea de 20 plântulas de milho (g) aos 10 dias após semeadura de acordo com as velocidades de deslocamento da semeadora-adubadora e cargas aplicadas pelas rodas compactadoras

Velocidade ($m\ s^{-1}$)	Cargas aplicadas (N)				Média
	119	131	257	339	
1,11	6,83	7,20	6,80	8,30	7,28
1,67	6,56	7,27	7,03	7,16	7,12
2,22	7,96	6,76	7,16	6,59	7,01
Média	7,11	7,08	7,00	7,35	7,13

4.8 Uniformidade de distribuição longitudinal de plântulas

Não foram observadas diferenças significativas entre as porcentagens de espaçamentos falhos, múltiplos e aceitáveis (Tabelas 16, 18, e 20) para os fatores velocidade e cargas avaliados. Também não houve interação entre esses fatores (Tabelas 17, 19, 21).

TABELA 16. Análise de variância para espaçamentos aceitáveis entre plântulas de milho de acordo com as velocidades de deslocamento da semeadora-adubadora e cargas aplicadas pelas rodas compactadoras

Fonte de variação	GL	SQ	QM	F
Bloco	3	612,28	204,09	3,02 **
Velocidade	2	176,88	88,44	1,34 ns
Carga	3	233,60	77,87	1,15 ns
Velocidade X Carga	6	267,47	44,58	0,66 ns
Resíduo	33	2226,91	67,48	-
Desvio padrão: 8,21		Coeficiente de variação: 21,59%		

ns - Não significativo a 5% de probabilidade; ** - Significativo a 1% de probabilidade

TABELA 17. Valores médios de espaçamentos aceitáveis entre plântulas de milho (%) de acordo com as velocidades de deslocamento da semeadora-adubadora e cargas aplicadas pelas rodas compactadoras

Velocidade ($m\ s^{-1}$)	Cargas aplicadas (N)				Média
	119	131	257	339	
1,11	38,16	35,53	39,48	30,92	36,02
1,67	34,21	40,14	45,39	42,77	40,63
2,22	34,87	37,50	40,13	37,50	37,50
Média	35,75	37,72	41,67	37,06	38,05

TABELA 18. Análise de variância dos valores de espaçamentos falhos entre plântulas de milho de acordo com as velocidades de deslocamento da semeadora-adubadora e cargas aplicadas pelas rodas compactadoras

Fonte de variação	GL	SQ	QM	F
Bloco	3	981,66	327,22	10,77*
Velocidade	2	21,07	10,54	0,35 ^{ns}
Carga	3	58,33	19,44	0,64 ^{ns}
Velocidade X Carga	6	179,73	29,95	0,98 ^{ns}
Resíduo	33	1002,49	30,38	-
Desvio padrão: 5,51		Coeficiente de variação: 82,41%		

^{ns} - Não significativo a 5% de probabilidade; * - Significativo a 5% de probabilidade

TABELA 19. Valores médios de espaçamentos falhos entre plântulas de milho (%) de acordo com as velocidades de deslocamento da semeadora-adubadora e as cargas aplicadas pelas rodas compactadoras

Velocidade	Cargas aplicadas (N)				Média
(m s^{-1})	119	131	257	339	
1,11	5,92	9,21	9,21	3,95	7,07
1,67	7,89	4,61	4,61	5,92	5,76
2,22	4,61	11,84	5,26	7,24	7,24
Média	6,14	8,55	6,36	5,70	6,69

TABELA 20. Análise de variância para espaçamentos múltiplos entre plântulas de milho de acordo com as velocidades de deslocamento da semeadora-adubadora e cargas aplicadas pelas rodas compactadoras

Fonte de variação	GL	SQ	QM	F
Bloco	3	3026	1000,08	23,87*
Velocidade	2	86,56	43,28	1,03 ^{ns}
Carga	3	302,45	100,82	2,41 ^{ns}
Velocidade X Carga	6	462,62	77,12	1,84 ^{ns}
Resíduo	33	1382,65	41,90	-
Desvio padrão: 6,47			Coeficiente de variação: 11,71%	

^{ns} - Não significativo a 5% de probabilidade; * - Significativo a 5% de probabilidade

TABELA 21. Valores médios de espaçamentos múltiplos entre plântulas de milho (%) de acordo com as velocidades de deslocamento da semeadora-adubadora e cargas aplicadas pelas rodas compactadoras.

Velocidade	Cargas aplicadas (N)				Média
(m s^{-1})	119	131	257	339	
1,11	55,92	55,26	51,32	65,13	56,91
1,67	57,90	55,26	50,00	51,31	53,62
2,22	60,53	50,66	54,61	55,27	55,26
Média	58,12	53,73	51,98	57,24	55,26

Os resultados observados neste trabalho foram semelhantes àqueles encontrados por Silveira *et. al.* (2005) ao avaliarem o espaçamento longitudinal de plântulas de milho. Os autores testaram três velocidades de deslocamento (0,83; 1,25 e 1,94 m s^{-1}) em duas semeadoras-adubadoras de plantio direto. Observaram que a distribuição longitudinal de plântulas nas áreas semeadas não foi uniforme em mais da metade dos espaçamentos entre plântulas avaliados, tanto para a semeadora com mecanismo de distribuição de sementes pneumático quanto para a semeadora com mecanismo de discos horizontais, nas três velocidades testadas.

Oliveira *et al.* (2000), avaliando o desempenho de uma semeadora adubadora de plantio direto em função da velocidade de deslocamento, não verificaram diferença significativa entre os valores médios das porcentagens de espaçamentos aceitáveis, múltiplos e falhos de sementes. Isto indica que a velocidade de deslocamento não afetou a distribuição longitudinal das sementes. Em experimento realizado por Silveira (2004), a uniformidade de distribuição longitudinal de sementes também não foi afetada pela velocidade de deslocamento, bem como pela profundidade de deposição de sementes de milho em plantio direto. No entanto, Garcia *et al.* (2006) concluíram que há aumento na porcentagem de espaçamentos falhos e múltiplos e queda de espaçamentos aceitáveis ao se elevar a velocidade de semeadura em milho, assim como Cortez *et al.* (2006) verificaram em trabalho com plântulas de soja, que a maior velocidade na operação de semeadura diminuiu a quantidade de espaçamentos aceitáveis e aumentou a quantidade de espaçamentos falhos. Tendo em vista que, tanto neste trabalho quanto nos dos autores citados, não apresentam resultados conclusivos com relação ao efeito da velocidade de deslocamento na uniformidade de distribuição longitudinal de sementes e plântulas, sugerem-se novas pesquisas.

5 CONCLUSÕES

- Nas condições em que o trabalho foi conduzido, os resultados mostraram que as cargas aplicadas pelas rodas compactadoras e as velocidades de deslocamento da semeadora-adubadora não influenciaram a emergência e o desenvolvimento inicial das plântulas de milho.
- Não houve alterações na uniformidade de distribuição de plântulas com o aumento da velocidade de deslocamento.
- A aplicação de carga reduziu a profundidade de semeadura das sementes.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGROCERES. Sementes Agroceres, Disponível em: http://www.sementesagroceres.com.br/ag2060.aspx. Acesso em: dez. de 2006

ALVAREZ V., V.H.; NOVAIS, R.F.; BARROS, N.F.; CANTARUTTI, R.B. & LOPES, A.S. Interpretação dos resultados das análises de solos. In: RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G. & ALVAREZ V., V.H., eds. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais. 5ª Aproximação**. Viçosa, MG: CFSEMG, 1999. cap. 5, p. 25-32.

ANDREOLI, C. *et al*. Influência da germinação da semente e da densidade de semeadura no estabelecimento do estande e na produtividade de milho. **Revista Brasileira de Sementes***,* Pelotas, RS, v. 24, n. 2, p.1-5. 2002.

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, SP, v.19, n.2, p.226-37, 1999.

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

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

BASSOI, L H ; FANTE JÚNIOR, L. ; JORGE, L A C ; CRESTANA, S. ; REICHARDT, K. Distribution of maize root system in a kanduidalfic eutrudox soil: II. Comparison between irrigated and fertirrigated crops. **Scientiae Agricola,** Piracicaba, Brazil, v. 51, n. 3, p.541-548. Sept./Dec 1994.

BRASIL. Ministério da Agricultura. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. **Regras para análise de sementes**, Brasília, DF: 1992. 365p.

BROWN, A.D.; DEXTER, A.R.; CHAMEN, W.C.T.; SPOOR, G. Effect of soil macroporosity and agregate size on seed-soil contact. **Soil & Tillage Research,** Amsterdam, v. 38, n.3, p.203-216, 1996.

CASÃO JÚNIOR, R.; ARAÚJO, A.G.; RALISCH, R. Avaliação do desempenho da semeadora-adubadora Magnum 2850 PD no basalto paranaense. **Pesquisa Agropecuária Brasileira,** Brasília, v.35, n.3, p. 523-532, 2000.

CASÃO JÚNIOR, R.; SIQUEIRA, R.; ARAÚJO, A.G. **Dinâmica de semeadoras-adubadoras diretas em Marechal Cândido Rondon – PR.: Resultados de Avaliação**. Londrina: IAPAR, 2001.

COELHO, J.L.D. Ensaio e certificação das máquinas para a semeadura. In: MIALHE, L.G. (Ed). **Máquinas agrícolas: ensaios e certificação**. Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, 1996. p. 551-570.

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

EMBRAPA: EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Rio de Janeiro: EMBRAPA, Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 1999.

EMBRAPA: EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Manual de métodos de análise do solo**. Rio de Janeiro: EMBRAPA, Centro Nacional de Ciência do Solo 1997a.

EMBRAPA: EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Recomendações técnicas para o cultivo do milho.** 2ª.ed. Brasília: 1997b. 204 p.

FAGANELLO, A.; SATTLER, A.; PORTELLA, J. A. Eficiência de semeadoras na emergência de plântulas de milho (*Zea mays L*.) sob sistema plantio direto. **Comunicado Técnico**. n. 16, dez/1999.

FEDERAÇÃO BRASILEIRA DE PLANTIO DIRETO NA PALHA – FEBRAPDP. 2005. Disponível em: http://www.febrapdp.org.br/area_PD_Brasil_2002. Acesso em 29/01/2007.

FURLANI, C.E.A.; ABRAHÃO, F.Z.; LOPES, A.; LEITE, M.A.S. Influência na velocidade de semeadura na cultura do milho (*Zea mays L.*) em diferentes condições de preparo do solo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 28, Pelotas, RS, 1999. **Anais**... Pelotas: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 1999. 1 CD-ROM.

FURLANI, C.E.A.; LOPES, A.; REZENDE, L.C.; SOUZA e SILVA, S.S.; LEITE, M.A.S. Influência da compactação do solo na emergência das plântulas de milho a diferentes profundidades de semeadura. **Engenharia na Agricultura,** Viçosa, v. 9, n. 3, p. 147-153. 2001.

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.

GADANHA JÚNIOR, C.D.; MOLIN, J.P.; COELHO, J.L.D. **Máquinas e Implementos Agrícolas do Brasil**. São Paulo: NSI/IPT & CIENTEC, 1991. 468p.

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

GOODMAN M.M., SMITH J.S.C. Botânica. In: PATERNIANI E.; VIÉGAS G.P. (Eds.). **Melhoramento e produção do milho**. Campinas: Fundação Cargill, 1987. p. 41-69.

HUMMEL, J.W.; GRAY, L.E.; NAVE, W.R. Soybean emergence from field seedbed environments. **Transactions of the ASAE**, St. Joseph, v. 24, n. 4, p. 872-878. 1981.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Indicadores IBGE: estatística da produção agrícola. 2006. Disponível em: http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/default.shtm. Acesso em: 15 de jan. 2007.

KOPPEN, W. **Climatologia com un estudio de los climas de la tierra**. México: Fondo de Cultura Econômica, 1948.

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

LOPES, S. J.; NETO, D. D.; MANFRON, P. A; MEDEIROS, S. L.P.; BRUM, B.; COUTO; M. R. M. Ajuste de modelos para descrever a fitomassa seca da parte aérea na cultura de milho em função de graus-dia. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 13, n. 1, p. 73-80, 2005.

MAGALHÃES, P. C.; DURÃES, F. O. M. Cultivo do milho: germinação e emergência. **Comunicado técnico**, n. 46. Sete Lagoas: Embrapa-CNPMS. 2002. 9p.

MAGUIRE, J.D. Speed of germination-aid in selectyon and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v. 2, n. 1, p. 176-177, 1962.

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 sobvariação de velocidade e condição de solo. **Engenharia Agrícola,** Jaboticabal, v. 24, n.1, p. 150-157, jan./abr. 2004.

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. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 23, n. 3, p. 563-567, set./dez. 2003.

MODOLO, A. J. **Efeito de diferentes teores de água e cargas aplicadas pela roda compactadora sobre o contato solo-semente em sistema de plantio direto na cultura da soja.** 2006. 83f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola)- Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2006.

MUZILLI, O. **O plantio direto como alternativa no manejo e conservação do solo. Curso Básico Para Instrutores em Manejo e Conservação do Solo.** Londrina, PR: Fundação Instituto Agronômico do Paraná, 1991. 20 p.

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

PEIXOTO, R.T.G. Manejo orgânico da fertilidade do solo no sistema de plantio direto. In: Plantio Direto: O caminho para uma agricultura sustentável. 1997, Ponta Grossa. ***Anais***... Ponta Grossa, 1997. p.186-205.

PEREIRA FILHO, I.A.; CRUZ, J.C. **Cultivo do milho: plantio, espaçamento, densidade, quantidade de sementes.** Comunicado técnico, n. 46. Sete Lagoas: Embrapa-Centro Nacional de Pesquisa Milho e Sorgo. 2000.7p.

PORTELLA, J.A.; FAGANELLO, A.; SATTLER, A. Máquinas e implementos para plantio direto. In: CNPT/EMBRAPA, FECOTRIGO, FUNDAÇÃO ABC. **Plantio direto no Brasil**. Passo Fundo: Aldeia Norte, 1993, p.29-36.

PRADO, R. DE M., TORRES, J. L., ROQUE, C. G., COAN, O. Semente de Milho sob compressão do solo e profundidade de semeadura: Influência no índice de velocidade de emergência. **Scientia Agraria**, v. 2, n. 1/2, p. 55-59, 2001.

PRIMAVESI, A. **O manejo ecológico do solo**. São Paulo: Nobel, 1980. 541p.

REIS, E. F. **Ambiente solo–semente em um latossolo vermelho-amarelo com diferentes mecanismos rompedores e compactadores de uma semeadora de plantio direto na cultura do milho.** 2003. 66f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2003.

RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G. & ALVAREZ V., V.H. (eds). **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais. 5ª Aproximação.** Viçosa, MG, CFSEMG, 1999. 359p.

RIBEIRO, M.F.S. Mecanização agrícola. In: DAROLT, M. R. Plantio direto: pequena propriedade sustentável. **Circular nº 101**. Londrina, PR: IAPAR, 1998. p. 95-111.

ROSOLEM, C. A.; FERNANDEZ, E. M.; ANDREOTTI, M.; CRUSCIOL, C. A. E C. Crescimento radicular de plântulas de milho afetado pela resistência do

solo à penetração**. Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 34, n. 5, p. 821-828, 1999.

SANTOS, H. P.; TOMM,G. O.; KOCHHANN, R. A. Rendimento de grãos de milho em função de diferentes sistemas de manejo de solo e de rotação de culturas. **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 9, n. 3, p. 251-256, jul./set. 2003.

SILVA, F.M.; ORTOLANI, F.M., DANIEL, L.A. Rodas compactadoras de semeadoras-adubadoras - influência no condicionamento físico do solo na região de semeadura. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 20, 1991, Londrina. **Anais...** Londrina: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 1991. p.1126-46.

SILVA, J.C.C. Plantio direto na pequena propriedade – Tração animal. **Informação Técnica n. 34.** Curitiba: EMATER-PR, 1996.

SILVA, J.G.; SILVEIRA, P.M. Avaliação de uma semeadora adubadora na cultura do milho. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 2**. Santo Antonio de Goiás: Embrapa Arroz e feijão, Dez./2002

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

SILVA, P.R.A.; BENEZ, S.H.; MAHL, D.; SILVA, A.R.B.; GERMINO, R. Avaliação da demanda energética de hastes sulcadoras de semeadoras-adubadoras de plantio direto. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 31, Salvador, BA, 2002. **Anais...** Salvador: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 2002, 1 CD-ROM.

SILVA, R.P. **Efeito de rodas compactadoras submetidas a cargas verticais em profundidades de semeadura nas características agronômicas do milho *(Zea Mays* L.)**. Jaboticabal, SP: UNESP, 2002. 101p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista, 2002.

SILVA, R.P., CORA, J. E., CARVALHO FILHO, A. Effect of press wheels submitted to vertical loads in depths of sowing on corn crop development. **Engenharia Agrícola**, v. 24, n. 2, p.396-404. May/Aug. 2004.

SILVEIRA, J. C. M. **Velocidade de deslocamento, profundidade de semeadura, demanda de potência e desenvolvimento inicial da cultura do milho (zea mays l.) no sistema plantio direto.** 2004. 74f. Tese (Mestrado em Engenharia Agrícola)- Universidade Estadual do Oeste Do Paraná, Cascavel, PR, 2004.

SILVEIRA, J.C.M.; GABRIEL FILHO, A.; TIEPPO, R.C. *et al.* Uniformidade de distribuição de plantas e estande de milho (*Zea mays L.*) em função do mecanismo dosador de sementes. **Acta Scientiarum Agronomy,** Maringá, v. 27, n. 3, p. 467-472, Jul./Sep. 2005.

SOUZA, P. M.; BRAGA, M. J. Aspectos econômicos da produção e comercialização do milho no Brasil. In: GALVÃO, J. C.C.; MIRANDA, G.V. (Org). **Tecnologias de produção do milho; economia, cultivares, biotecnologia, safrinha, adubação, quimigação, doenças, plantas daninhas e pragas.** Viçosa: UFV, 2004. cap.1, p. 13-53.

STEFANUTTI, R. **Desenvolvimento de uma pista de ensaio e carrinho com rodas compactadoras para estudos relacionados com emergência de plântulas.** 1979. 60p. Trabalho de Graduação – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.

Livros Grátis

(http://www.livrosgratis.com.br)

Milhares de Livros para Download:

Baixar livros de Administração
Baixar livros de Agronomia
Baixar livros de Arquitetura
Baixar livros de Artes
Baixar livros de Astronomia
Baixar livros de Biologia Geral
Baixar livros de Ciência da Computação
Baixar livros de Ciência da Informação
Baixar livros de Ciência Política
Baixar livros de Ciências da Saúde
Baixar livros de Comunicação
Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE
Baixar livros de Defesa civil
Baixar livros de Direito
Baixar livros de Direitos humanos
Baixar livros de Economia
Baixar livros de Economia Doméstica
Baixar livros de Educação
Baixar livros de Educação - Trânsito
Baixar livros de Educação Física
Baixar livros de Engenharia Aeroespacial
Baixar livros de Farmácia
Baixar livros de Filosofia
Baixar livros de Física
Baixar livros de Geociências
Baixar livros de Geografia
Baixar livros de História
Baixar livros de Línguas

Baixar livros de Literatura
Baixar livros de Literatura de Cordel
Baixar livros de Literatura Infantil
Baixar livros de Matemática
Baixar livros de Medicina
Baixar livros de Medicina Veterinária
Baixar livros de Meio Ambiente
Baixar livros de Meteorologia
Baixar Monografias e TCC
Baixar livros Multidisciplinar
Baixar livros de Música
Baixar livros de Psicologia
Baixar livros de Química
Baixar livros de Saúde Coletiva
Baixar livros de Serviço Social
Baixar livros de Sociologia
Baixar livros de Teologia
Baixar livros de Trabalho
Baixar livros de Turismo